

Originalaufsätze.

Studien zur Epidemiologie, Ökologie und Physiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.)

Von

F. S. Bodenheimer.

Mit Beiträgen von G. Fraenkel und unter Mitarbeit von K. Reich und N. Segal.

Hebräische Universität, Jerusalem.

(Mit 55 Abbildungen.)

Inhalt.	Seite
A. Einleitung von F. S. Bodenheimer	437
a) Die großen Probleme der afrikanischen Wanderheuschrecke	437
b) Vorwort	438
B. Zur Epidemiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke von F. S. Bodenheimer	439
a) Allgemeine Betrachtungen über Epidemiologie	439
b) Laboratoriumsversuche zur Epidemiologie von <i>Schistocerca gregaria</i>	439
c) Übersicht über Feldbeobachtungen früherer Autoren	444
d) Kausalanalyse der Massenvermehrungen von <i>Schistocerca gregaria</i>	448
C. Körpertemperatur und Wärmeausgleich von F. S. Bodenheimer	451
a) Der Wärmeausgleich	451
b) Einfluß der strahlenden Wärme auf die Körpertemperatur	452
c) Aktive Temperaturregulationen	455
d) Über den Gefrierpunkt	458
D. Aktivitätsstudien I. Beobachtungen in der Natur von G. Fränkel	461
a) Die Aktivität der eben geschlüpften Larven	461
b) Die Aktivität der wandernden Larven	461
c) Die Aktivität der Imagines	472
d) Protokolle der Larvenwanderung	474
e) Stundenplan der wandernden Larvenzüge	476
E. Aktivitätsstudien II. Versuche im Laboratorium, auch die vitalen Grenzen umfassend von F. S. Bodenheimer	478
a) Zur Methodik	478
b) Die Aktivitätsskala der einzelnen Stadien	478
c) Besprechung der Versuchsergebnisse	485
d) Versuche mit dem Aktographen	487

	Seite
F. Die Vorzugstemperatur von F. S. Bodenheimer und N. Segal	490
a) Die Vorzugstemperatur der einzelnen Stadien	490
b) Besprechung der Versuchsergebnisse	498
G. Über den Stoffwechsel der verschiedenen Stadien von F. S. Bodenheimer und K. Reich	501
a) Apparat und Methodik der Untersuchungen	501
b) Die Atmungsintensität der verschiedenen Stadien bei verschiedenen Tempe- raturen auf Individuen bezogen	503
c) Vergleich der Atmungsintensität der verschiedenen Stadien pro Individuum und Gewichtseinheit	508
d) Lebensdauer ohne Nahrung; Gewichtsverlust und relative Luftfeuchtigkeit .	509
H. Zur Biologie und Bionomie von <i>Schistocerca gregaria</i> von F. S. Bodenheimer	516
a) Über die Larvenstadien	516
b) Einiges über das Wachstum	519
c) Zur Gewichtsstatistik und Variabilität	521
d) Entwicklungsdauer und Diapause	524
e) Zur Phasentheorie	528
f) Eizahl und Eiablage	530
g) Über die Ursachen des Aussterbens in den Auswanderungsländern	533
h) Über natürliche Feinde	535
i) Bemerkungen über die Bekämpfung von <i>Schistocerca gregaria</i>	537
I. Zur Sinnesphysiologie und Sozialpsychologie der wandernden Heuschreckenlarven von G. Fränkel	539
a) Sinnesphysiologie	539
1. Reaktion gegenüber Licht	540
2. Reaktion gegenüber Schwerkraft	542
3. Gibt es bei <i>Schistocerca</i> -Larven Thermotaxis?	544
4. Ergebnis der sinnesphysiologischen Analyse	545
b) Sozialpsychologie	545
1. Die sozialen Instinkte	547
2. Warum wandern die Tiere zusammen?	548
3. Wie entsteht der Wanderzug?	549
c) Das Problem der Zugrichtung	550
K. Zusammenfassung	555
Zusammenstellung der wichtigsten Literatur	557

A. Einleitung.

a) Die großen Probleme der afrikanischen Wanderheuschrecke.

Obwohl die afrikanische Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.) zu den größten Geisseln der Menschheit gehört, trotzdem in ihrem Gefolge von Nordindien bis nach Marokko hin in allen Randländern der eremischen Region seit Jahrtausenden Hungersnot und Elend ihr ständiges Gefolge sind, ist die Biologie dieses Tieres in ein Dunkel gehüllt wie nur bei wenigen anderen Insekten von ähnlicher Bedeutung.

Drei Fragenkomplexe grundlegender Art waren als die wichtigsten Lücken in unseren Kenntnissen anzusehen.

Der erste betrifft das plötzliche Erscheinen der riesigen Wanderzüge in den Befallsländern. Die Fragestellung erstreckt sich hier nach zwei Richtungen hin: nach dem Ort der Herkunft und nach den Ursachen der Massenvermehrung. Die Entwicklung einer Massenvermehrung von *Schistocerca gregaria* an Ort und Stelle ist nur einmal von H. B. Johnston¹⁾ im Sudan verfolgt worden. Wir stellen uns heute vor, daß die Dauerbrutstätten meist sandige Flächen in der Vorwüste sind, die im allgemeinen viel näher an den Befallsstellen liegen, als man bisher annahm. Zahlreiche Untersuchungen hierüber an den vermutlichen Dauerbrutstätten werden es erst gestatten, Endgültiges auszusagen. Ein ausführliches, mehrjähriges Studium an diesen Stellen kann auch in vielen anderen Fragen erst die wünschenswerte Klärung bringen. Die Frage nach den Ursachen der Massenvermehrungen, die durch ein angebliches streng periodisches Erscheinen in Ägypten und Palästina noch komplizierter wurde, spottete bisher jeder Analyse. Der Versuch einer solchen Analyse auf Grund von Laboratoriumsexperimenten wird in der vorliegenden Arbeit unternommen werden.

Auch der zweite Fragenkomplex wurde in unsere Studien einbezogen: die sinnesphysiologischen und instinktmäßigen Grundlagen, auf denen sich die Wanderschwärme aufbauen und durch welche sie zusammengehalten werden. Die von G. Fränkel durchgeführten Untersuchungen gestatten eine schärfere Formulierung der hierher gehörigen Fragen.

Der dritte Fragenkomplex betrifft die sonderbare Entdeckung Uvarovs über die morphologische Verschiedenheit der meisten Wanderheuschrecken, bei denen wir eine vereinzelt lebende, solitäre, und die in den Wanderschwärmen auftretende Herdenform unterscheiden können. H. B. Johnston²⁾ hat auch hierüber für *Schistocerca gregaria* die ersten sicheren Beobachtungen über die Umwandlung der einen Form oder Phase in die

¹⁾ H. B. Johnston, A Further Contribution to our Knowledge of the Bionomics and Control of the Migratory Locust *Schistocerca gregaria* Forsk. (peregrina Oliv.) in the Sudan. Sudan Government. Entomol. Bull. 22, 1926.

²⁾ L. c.

andere sammeln können. Das eingehendere Studium dieser Frage lag nicht in unserem diesjährigen Arbeitsplan. Wenn wir hier diese drei Fragenkomplexe als die wichtigsten herausgegriffen haben, so besagt das nicht, daß wir sonst über die Biologie im Klaren wären. Die größten Fragen der Bionomie und der Ökologie: wie Zahl der Generationen im Jahre, Zahl der Eiablagen, von physiologischen Fragen garnicht zu reden, harren erst noch der Durcharbeitung.

b) Vorwort.

Es ist daher verständlich, daß die neu begründete zoologische Abteilung der Hebräischen Universität in Jerusalem die Gelegenheit der diesjährigen Heuschreckeninvasion in Transjordanien ergriff, um einige der großen Fragezeichen ihrer Lösung näher zu bringen. Es möchte dem Laien und wohl auch vielen Fachkollegen zunächst scheinen, als ob diese Studien ein rein theoretisches Interesse besäßen. Alle Entomologen, die sich mit Heuschreckenproblemen beschäftigt haben, sind sich jedoch darüber einig; daß auch in der Bekämpfung von *Schistocerca gregaria* ein wirklicher Fortschritt erst dann zu erwarten ist, wenn wir die Biologie dieser Art gründlich kennen. In diesem Sinne äußert sich auch B. P. Uvarov in seinem soeben erschienenen grundlegenden und lehrreichen Handbuche „Locusts and Grasshoppers“ (London 1929).

Die Bearbeitung der Probleme wurde so verteilt, daß dem Abteilungsleiter die Bearbeitung der epidemiologischen und ökologischen, dem Assistenten Dr. G. Fränkel die der sinnesphysiologischen Probleme zufiel. Der Natur der Sache gemäß wurde die Hauptarbeit der ersteren Problemgruppe auf das Laboratorium, die der zweiten auf das Arbeiten im Felde konzentriert.

Zu danken haben wir in erster Linie Herrn Dr. Magnes, Kanzler der Universität, der Kolonisationsabteilung, der Zionistischen Organisation sowie der Landwirtschaftlichen Versuchsstation der Zionistischen Organisation für rechtzeitige Bereitstellung der erforderlichen budgetären Mindestzuschüsse; ferner dem Agricultural Departement Jerusalem, insbesondere den Herren Col. E. Sawyer, Mr. Shepherd und Mr. A. Grasowsky für freundliche Gewährung eines Platzes für Dr. Fränkel in ihrem Camp.

Die nachstehenden Arbeiten sehen mit Absicht von einer ausführlichen Berücksichtigung der Literatur ab und bringen fast nur eigenes Tatsachenmaterial. Falls sich in den kommenden Jahren Gelegenheit bieten sollte, unsere Studien über *Schistocerca* zu vertiefen und abzurunden, ist für später eine Monographie mit Verarbeitung der Literatur geplant.

Inzwischen ist mein lieber, junger Mitarbeiter N. Segal, von dessen ergebener und zuverlässiger Arbeit die Wissenschaft noch manches zu erwarten hatte, am 23. August den Unruhen in Palästina zum Opfer gefallen. Ehre seinem Andenken!

Jerusalem, den 29. Juli 1929.

F. S. Bodenheimer.

B. Zur Epidemiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke.

Von F. S. Bodenheimer.

a) Allgemeine Betrachtungen zur Epidemiologie.

Unter Epidemiologie verstehen wir die Kausalanalyse der Massenbewegungen einer Insektenart. Erst kurz vor dem Erscheinen der Wanderheuschrecken in Transjordanien hat Verfasser¹⁾ versucht, eine allgemeine Epidemiologie der Insektenkalamitäten aufzubauen. Temperatur und Luft- resp. Bodenfeuchtigkeit erwiesen sich kombiniert als die wichtigsten Faktoren, welche wir zu berücksichtigen haben. Eine bestimmte Kombination beider Faktoren stellt stets ein vitales Optimum dar. Jede Entfernung von diesem Optimum verkürzt die Lebensdauer, wirkt ungünstig auf das Tier ein. Diese vitalen Optima können dabei für verschiedene Entwicklungszustände durchaus verschieden sein. Entscheidend für die Epidemiologie sind zumeist nur wenige, oft kurz andauernde Entwicklungszustände des betreffenden Insekts. Hier findet dann eine ganz beträchtliche Sterblichkeit von 90% und mehr der lebenden Individuen statt und dies schwächste, am wenigsten gegen die Einwirkung äußerer Einflüsse geschützte Stadium ist es, welches letzten Endes die Massenbewegung einer Art entscheidend beeinflusst. Sind die klimatischen Bedingungen zur Zeit dieses Entwicklungsstadiums günstig, so ist die Sterblichkeit absolut oder relativ gering, sind sie ungünstig, so ist die Sterblichkeit hoch. Im ersten Falle gelangen wir meist zu einer Übervermehrung, im letzteren Falle bleibt die Individuenzahl der Art an dem betreffenden Orte konstant oder vermindert sich. Bei den meisten bisher untersuchten Insekten sind das Ei- und das jüngste, frisch geschlüpfte Larvenstadium die empfindlichsten Stadien. Die natürliche Sterblichkeit der späteren Larvenstadien, der Puppe und der Imagines ist hiergegen gering, ebenso wie der epidemiologische Einfluß der Parasitenwirkung, des Nahrungsmangels, ja sogar von Seuchen nur selten von Bedeutung ist.

b) Laboratoriumsversuche zur Epidemiologie von *Schistocerca gregaria*.

Sind die soeben geschilderten Ansichten richtig, so mußten sie einen Weg zur ursächlichen Erforschung der Massenvermehrungen der Heuschrecken weisen, bei denen wir ja bisher vor einem völligen Rätsel standen. Daß die Larven und Imagines von Acridiern außerordentlich

¹⁾ F. S. Bodenheimer, Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Zentralbl. Bd. 48, 1928, S. 714—739.

widerstandsfähig gegen äußere Faktoren sind, war bekannt. Auch bei der Wanderheuschrecke ist diese Tatsache oftmals beobachtet worden. Nur Kälte tötete Schwärme von *Imagines*, doch konnte dieser Faktor für die Epidemiologie in den Dauerbrutgebieten nicht in Frage kommen. Nach unseren Beobachtungen, um dies vorweg zu nehmen, zeigen zwar die ganz frisch geschlüpften Hüpfer des ersten Stadiums eine etwas größere Sterblichkeit als die anderen Stadien, doch muß auch sie als epidemiologisch belanglos betrachtet werden. Es blieb also nur das Ei-stadium übrig. Leider gelang es uns niemals, ganz frisch abgelegte Eier zu erhalten. So konnten nur zwei größere Serien zur Bearbeitung kommen, von denen die erste nicht ganz $\frac{1}{3}$, die zweite etwa $\frac{2}{3}$ ihrer Entwicklung vollendet hatten.

Methodik: Die Versuche wurden in einem multipeln Thermostaten in Anlehnung an den von C. B. Williams¹⁾ beschriebenen angesetzt. Die Heizquelle war ein elektrisch geheiztes, reguliertes Wasserbad, dessen Temperatur konstant auf 60° C gehalten wurde. Am anderen Ende war eine stets gefüllte, hinreichend große Eiskammer. Zwischen beiden verläuft eine Messingröhre von quadratischem Querschnitt (20 cm Seitenlänge), die mit Kork und Torf gut isoliert ist. Die Temperaturschwankungen waren + 0,5° C. Eine genaue Beschreibung wird an anderem Orte erfolgen, je 20 Eier wurden in schmale Glaszylinder gesetzt, die ihrerseits wieder in Reagenzgläser hineinpaßten. Der Boden des Reagenzglases enthielt die Chemikalien zur Regulation der Luftfeuchtigkeit. Die Eier ruhen in der Mitte des Glaszylinders auf einem lockeren Wattepfropfen. Das Reagenzglas mit dem Zylinder wird dann ganz gut mit Watte verschlossen und im Innern des Reagenzglases herrscht wenigstens für 5—7 Tage eine mehr oder weniger konstante Luftfeuchtigkeit. Zur Herstellung der verschiedenen Feuchtigkeitsgrade bedienten wir uns der folgenden Chemikalien:

Relative Luftfeuchtigkeit	Chemikalien	Volumteile
0 %	CaCl	100
	0/ %	
10	H ₂ SO ₄ 66	136 H ₂ O + 145 H ₂ SO ₄ cmc.
20	„ 59	164 129
40	„ 48	208 106
60	„ 39	244 86
70	„ 33	268 73
80	„ 26	296 57
90	„ 23	303 50
100	H ₂ O	100 —

¹⁾ C. B. Williams and T. W. Kirkpatrick, A multiple temperature incubator. Min. Agric. Egypt. Bull. 38. Kairo 1924.

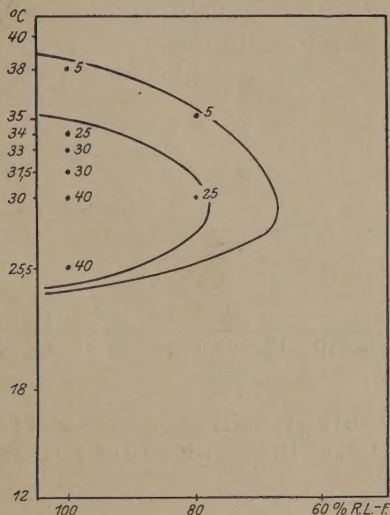


Abb. 1. Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Mortalität der Eier in frühen Entwicklungsstadien. (In % der schlüpfenden Eier.)

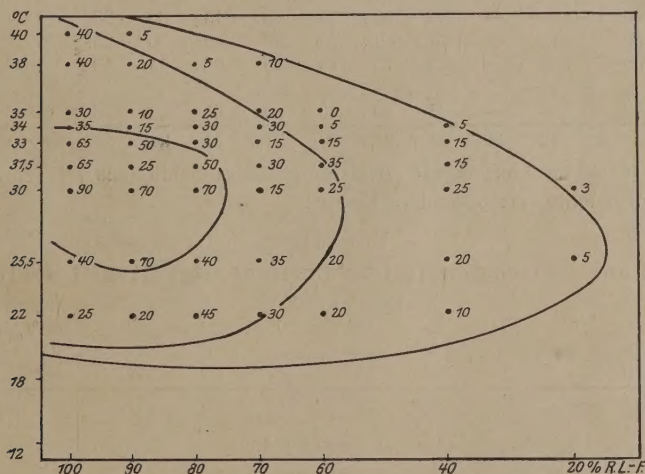


Abb. 2. Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Mortalität der Eier in späteren Entwicklungsstadien. (In % der schlüpfenden Eier.)

An 11 verschiedenen Temperaturen wurden nun Gläser die je eine Serie solcher Reagenzgläser mit Heuschreckeneiern enthielten, bei verschiedener Luftfeuchtigkeit aufgestellt.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 1 und 2 zusammengestellt:

Tabelle 1

Prozent der geschlüpften Hüpfer aus Eiern, die erst $\frac{1}{3}$ ihrer Entwicklung vollendet hatten.

Relative Luftfeuchtigkeit in %											
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	—	—	—	—	25	—	—	—	5	—	—
100	—	—	—	40	40	30	30	25	—	5	—
Temperatur	0	10	18	25,5	30	31,5	33	34	35	38	40°C.

Tabelle 2.

Prozent der geschlüpften Hüpfer aus Eiern, die $\frac{2}{3}$ ihrer Entwicklung vollendet hatten.

Relative Luftfeuchtigkeit in %											
20	—	—	—	5	5	—	—	—	—	—	—
40	—	—	10	20	25	15	15	5	—	—	—
60	—	—	20	20	25	35	15	5	—	—	—
70	—	—	30	35	15	30	15	30	20	10	—
80	—	—	45	40	70	50	30	30	25	5	—
90	—	—	20	70	70	25	50	15	10	20	5
					(60)						
100	—	—	25	40	90	65	65	35	30	40	40
Temperatur	12	18	22	25,2	30	31,5	33	34	35	38	40°C.

Wir heben hieraus die Beziehungen des Schlüpfens zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit besonders hervor:

Tabelle 3.

Beziehung zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Schlüpfen.

	Es schlüpften bei:							
	0	20	40	60	70	80	90	100% Rel. L. F.
Versuch I	—	—	—	—	—	6	14	34
Versuch II	—	2	18	24	37	59	57	86
Summe	—	2	18	24	37	65	71	120

Tabelle 4.

Beziehungen zwischen Temperatur und Schlüpfen.

Es schlüpften bei:														
	8	10	12	18	22	25,2	30	31,5	33	34	35	38	40° C.	
Versuch I	—	—	—	—	—	5	13	6	6	5	1	1	—	
Versuch II	—	—	—	—	30	46	60	44	38	24	17	15	9	
							(51)							
Summe														
(korrigiert)	—	—	—	—	30	54	73	57	43	29	18	16	9	

Es fällt dabei ohne weiteres ins Auge, daß eine starke Abhängigkeit von beiden Faktoren besteht. Das vitale Optimum für die Eientwicklung befindet sich bei 30°C und 100% Rel. L. F. Der Bereich günstiger Temperaturen erstreckt sich von $25,5\text{--}33^{\circ}\text{C}$, derjenige günstiger (Boden-) Feuchtigkeit auf ganz feuchte Böden. Hierbei besteht ein grundsätzlicher Unterschied insofern, als die jüngsten Entwicklungsstadien gegen beide Faktoren viel empfindlicher sind. Bei 80% Rel. L. F. schlüpfen bereits nur $\frac{1}{7}$ derjenigen Eier, die sich bei 100% entwickeln. Bei den Eiern, welche bereits $\frac{2}{3}$ ihrer Entwicklung vollendet hatten, bevor sie in die experimentellen Bedingungen gebracht wurden, schlüpften bei 80% Rel. L. F. noch über die Hälfte der Eier, die sich bei 100% entwickelten. Bei ungefähr 18°C liegt der Entwicklungsnulldpunkt. In keiner der Zuchten unterhalb von 18°C entwickelte sich nur ein einziges Ei. Soweit die Eier nicht vertrockneten, zeigte sich noch keine Embryoanlage in ihnen, welche erst in der zweiten Entwicklungshälfte zu erscheinen pfllegt.

Diese Resultate, besonders der Tabelle 1, waren zunächst äußerst verblüffend. *Schistocerca gregaria* Fors. ist uns als ausgesprochenes Wüstentier bekannt, das sich

weder in der mediterranen (sensu latiori) noch in der feuchten afrikanischen Zone dauernd zu halten vermag. Es war daher erstaunlich, daß die optimalen Entwicklungsbedingungen für das epidemiologisch entscheidende Eistadium in einer ganz feuchten Umgebung sein sollten. Tatsächlich war auch der Boden in den Bergen Moabs, in denen in diesem Frühjahr die Eiablage und Entwicklung der großen Schwärme stattfand, bis über das Schlüpfen der Hüpfer hinaus feucht. Ähnliche Beobachtungen aus der Natur werden wir im nächsten Absatz bringen.

weder in der mediterranen (sensu latiori) noch in der feuchten afrikanischen Zone dauernd zu halten vermag. Es war daher erstaunlich, daß die optimalen Entwicklungsbedingungen für das epidemiologisch entscheidende Eistadium in einer ganz feuchten Umgebung sein sollten. Tatsächlich war auch der Boden in den Bergen Moabs, in denen in diesem Frühjahr die Eiablage und Entwicklung der großen Schwärme stattfand, bis über das Schlüpfen der Hüpfer hinaus feucht. Ähnliche Beobachtungen aus der Natur werden wir im nächsten Absatz bringen.

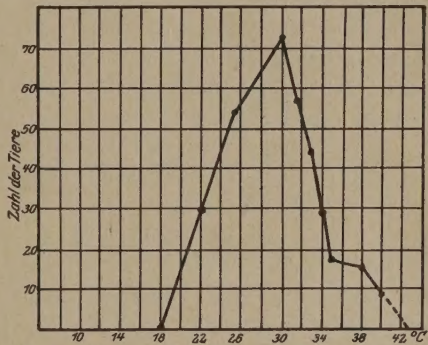


Abb. 3. Einfluß der Temperatur auf das Schlüpfen der *Schistocerca*-Eier.

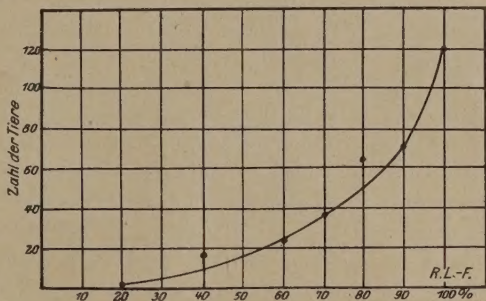


Abb. 4.
Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf das Schlüpfen der *Schistocerca*-Eier.

c) Übersicht über Feldbeobachtungen früherer Autoren.

Bereits Künckel d'Herculais (1893 I S. 82/83) bemerkt, daß zur Eiablage sandige, leichte Böden, die Betten der Trockentäler (Wadis), aber auch mehr steinige Böden gewählt werden, wenn sie nur noch einige Feuchtigkeit bewahrt haben: „Si la chaleur, et même une assez forte chaleur, est indispensable pour l'incubation des oeufs, elle doit toujours être humide pour assurer l'évolution des embryons.“

Aus Ägypten wird vom Jahre 1891 berichtet (l. c. I S. 802), daß die Eiablage nur auf feuchten Baumwollfeldern und an den Rändern der Nilkanäle stattgefunden habe.

Cotes (1890, zitiert nach Uvarov 1929 S. 254) schildert die Eiablageplätze im Pundjab wie folgt: „The locusts breed in the most sandy and desert districts of Rajputana, especially in the taburs or sand hills of South-Western Manour and Mullanni. The locality mentioned presents a succession of sand-hills from 50 to 200 feet high and some miles long. As a rule they run in a south-easterly direction. This remarkable tract extends over thousands of square miles... During the monsoon season [= Regenperiode], it is fairly green from the growth of a species of Mimosa on which the camels feed. At other periods it presents a bright blinding whitening appearance.“

Vosseler (1905 S. 301)¹⁾ schreibt: „Unter der Einwirkung der Trockenheit und anderen äußeren Einflüssen werden nicht nur Heuschrecken —, sondern auch andere Insekteneier veranlaßt, mit vollständig entwickeltem Embryo bis zum Eintritt günstiger Umstände zu ruhen. In Bulwa wie in Museha herrschte in der Zeit, die für das Auskommen der Brut vielleicht schon in Betracht hätte kommen können (15. bis 16. Tag), Hitze und Trockenheit. An beiden Plätzen erfolgte das Auskriechen auf einen kleinen Regenguß hin, der in Muhesa am 17. Dezember niedergegangen war und den Boden bis zu den Eiern durchfeuchtet hatte. Besonders für die sehr geschützt und warm gelegenen Blutplätze in Muhesa möchte ich eine durch Trockenheit verursachte Verzögerung des Auskriechens der reifen Eier von etwa 5–8 Tagen annehmen, da die äußeren Verhältnisse in allen wesentlichen Punkten den in Mombo beobachteten glichen, an diesem Ort aber die Brut schon am 16. Tag das Ei verließ.“

Der Einfluß der äußeren Umstände auf die Dauer der Embryonalentwicklung zeigt der Zuchtversuch im Laboratorium sehr anschaulich. Von frisch am 25. November gefangenen Weibchen legte ein Teil in kleinen ca. 7 cm hoch mit der Erde angefüllten Zuchtkäfigen die Eier am 5.–6. Dezember ab, und zwar zumeist oberflächlich in die Winkel des Behälters oder zwischen die als Futter gereichten Pflanzen. Die Eier

¹⁾ Vosseler, Die Wanderheuschrecken in Usambara im Jahre 1903/1904, zugleich ein Beitrag zu ihrer Biologie. — Berichte über Land- und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. Bd. II. Heidelberg 1905. S. 291–374.

waren sehr lose verklebt, teilweise einzeln verstreut, der sogenannte Schaumpfropf zumeist als unregelmäßig gewundener weißer bis gelbbrauner Zylinder für sich abgelegt. Seine Konsistenz ist der des Sonnenhlumenmarkes vergleichbar. Drei Päckchen lagen in der Erde, am Boden breitgedrückt, also 7 cm tief vergraben. Eines davon wurde in situ belassen, die beiden andern am 15. Dezember ausgehoben und in geringer Tiefe, ein Teil 4—5 cm, der andere nur 3 cm, wieder eingegraben. Die Eier waren auch hier sehr lose verbunden, gewöhnlich nur 2—3 zusammengeklebt. Die von Anfang an kaum feucht zu nennende Erde war während der Dauer der Entwicklung nur einmal, 14 Tage nach der Eiablage, leicht benetzt.

Das Auskriechen erfolgte am 2. und 3. Januar, also nach 26—28 Tage bei einer durchschnittlichen Temperatur von 24° C. im Zimmer.“

L. H. Gough (1916 S. 23/24) berichtet über die Erfahrungen des Jahres 1925 in Ägypten¹⁾: „The females appear to be very careful in the selection of the best site in the neighbourhood for depositing their eggs: and yet the choice varies immensely in different places. Absolute dry sand and wet mud are never used if more suitable positions are available, yet Mr. Shepherd reports that he has found egg-masses in dry drift sand banked up under a wall. The wind has blown away the top layer of sand, and left the egg-masses projecting from the sand. Moisture is normally always required, not too recently irrigated fields being very attractive. A favourite place is always where an inch or two of dry sand covers a moist sand, clay, or silt. Banks of canals and drains or irrigation channels in the fields are often selected. In such places the eggs are in a definite zone, not too close to the water (at the time of laying) nor so high above it as to cause the place to be too dry. In cultivated fields the higher parts and unfertile patches known as boor land are very frequently chosen. . . . Along the banks of the Niles, the basins and similar places, the eggs were often found at one particular level above the water, forming a strip of perhaps a metre wide by one or more kilometres long. Above or below these strips no eggs were laid. The edges of fields were also very frequently selected, as were the moist beds of Nili canals in the basins. Mr. Bayne Jardine remarks that he found many egg-masses in the cracks of the soil in basin land, but that these eggs failed to hatch owing to the land drying up.

The presence of salt in land did not everywhere prevent females from laying, but in some cases, where there was an excessive quantity of salt, the eggs did not mature. In the Beheira, Gharbia, and the Fayûm it was observed in very salty land that females bored holes but did not lay. Soft slightly moist soil was usually selected, but eggs were also

¹⁾ Report on the Great Invasion of Locusts in Egypt in 1915 and the Measures adopted to deal with it. Ministry of Agriculture, Egypt, Cairo 1916.

occasionally found in dried mud, which when examined was as hard as a brick."

Eine vom Landwirtschaftsdepartement in Französisch-Marokko (1923 S. 6) herausgegebene Veröffentlichung bemerkt¹⁾:

„La maturation des oeufs nécessite, en outre d'un certain degré de chaleur, une dose d'humidité ambiante qui se trouve généralement réalisée dans la couche arable, surtout dans la zone côtière du Maro Occidental où l'état hygrométrique de l'atmosphère et la fréquence des rosées nocturnes compensent l'évaporation due à l'action solaire."

H. H. King (1921 S. 4—6 schreibt²⁾: „It is possible that oviposition sometimes takes place in dry earth and the eggs remain unhatched until rain falls to moisten them, but there is no evidence that this occurs. When deposited in damp earth they hatch in about fourteen days... It will be seen that the locust is dependent largely on rains, for in the absence of rain there is no damp earth in the deserts in which it can deposit its eggs and the only places where suitable conditions can be found are the margins of rivers and artificially irrigated land. Natives of the Sudan hold that the appearance of large flights of locusts before or at the commencement of the rainy season is a sign that the coming rains will be good. Certainly if the rains are poor it is improbable that locusts will be very numerous."

The reason why the locust is so dependent on rain is obvious. If the eggs hatched in dry earth the resulting hoppers would have nothing to eat, as except for bushes the desert is bare until rain falls. If eggs are laid after the first storm and there are no succeeding showers to keep the grass alive the hoppers die of starvation. This does not often happen but I have known it occur."

Von besonderem Interesse ist die folgende Beobachtung von H. B. Johnston (1926 S. 7),³⁾ die sich ebenfalls auf den Sudan bezieht: „During the summer of the previous year isolated individuals were met with in July at various places on the coast between Tokar and Port Sudan. Their rarity was remarkable, since not more than six specimens could be found in the course of a day's trek. Vegetation was extremely sparse, and these locusts were evidently not feeding. As a rule they appeared to be lurking beneath bushy plants and grass tufts in a more or less inactive condition."

Specimens taken at this time proved to be very typical flaviventris locusts.

¹⁾ Notice sur la Lutte contre les Sauterelles. Direction Générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation. Maroc, Casablanca-Rabat, 1923.

²⁾ H. H. King, The Migratory Locust (*Schistocerca peregrina* Oliv.). Sudan Government. Entomol. Bull. 12. 1921.

³⁾ Loc. cit.

An abnormally heavy rainfall occurred at the end of the year throughout this portion of Red Sea Province, and when the district was re-visited February of the present year, locusts were encountered in a moderate concentration on the same spots where six months previously the solitary locusts had occurred.“

Alle Beobachter heben also die Tatsache hervor, daß *Schistocerca gregaria* zur Eientwicklung einen feuchten Boden erfordert. Diese Beobachtung steht in vollem Einklang mit den Ergebnissen unserer Laboratoriumsversuche. Im einzelnen wäre zu den Berichten noch Folgendes zu bemerken. Der Bericht von Cotes erwähnt zwar nicht direkt die Bedeutung der Bodenfeuchtigkeit, hebt aber einen mehr oder weniger regelmäßigen Regenfall an den typischen Eiablageplätzen hervor. Daß bei Vosseler die Eier, die frei an der Luft lagen, so leicht geschlüpft sind, hängt mit der feuchtigkeitsgesättigten Luft Usambaras während der Versuchszeit zusammen, die Vosseler selbst an anderer Stelle hervorhebt. Die Bemerkung von King, daß in trockener Erde die Eier längere Zeit ungeschlüpft liegen bleiben und nach Regenfällen dann zu schlüpfen beginnen, ist für *Schistocerca gregaria* sicher unrichtig. Solche Beobachtungen beziehen sich bestimmt auf andere Heuschreckenarten, deren Eier in einer festen Kokonhülle abgelegt werden, welche sie vor Austrocknung schützt und wie wir sie z. B. von *Doclostaurus maroccanus* Thunbg. kennen. Auch Vosseler hebt zwar eine leichte Entwicklungsverzögerung in trockenen Böden hervor. Hierbei ist jedoch wieder an die völlig feuchtigkeitsgesättigte Luft seiner Beobachtungsplätze zu erinnern. Daß große Feuchtigkeit zum Schlüpfen schon entwickelter Eier nicht absolut erforderlich ist, wie es aus der Vosselerschen Erwähnung des Regenfalles vom 17. Dezember hervorzuheben scheint, zeigt eine andere Versuchsserie von uns, die erst 2—3 Tage vor dem Schlüpfen angesetzt wurde.

Tabelle 5.

Relative Luftfeuchtigkeit in %										
60	—	—	7	6	5	8	2	2	3	—
70	—	—	4	16	8	7	9	8	3	—
80	—	—	9	7	10	8	14	8	8	—
90	—	—	10	12	6	10	13	5	8	—
100	—	—	6	7	12	7	10	8	9	2
Temperatur	12	18	25,5	30	31,5	33	34	35	38	40° C

„Es schlüpften insgesamt:

	bei				100% relativer Luftfeuchtigkeit					
	60	70	80	90	61	Individuen				
	33	55	64	62	61					
und bei	12	18	25,5	30	31,5	33	34	35	38	40° C.
	—	—	36	48	41	40	58	31	29	1 Individuen

Bei 60% relativer Luftfeuchtigkeit schlüpfte also noch über 50% derjenigen Zahl, die bei 100% schlüpften. Das Temperatur-Optimum von 25–34° C ist auch hier deutlich umschrieben.

d) Kausalanalyse der Massenvermehrungen von *Schistocerca gregaria*.

Jetzt werden uns auch langsam die wirklichen Voraussetzungen zu einer Massenvermehrung der afrikanischen Wanderheuschrecke klar. Die Dauerbrutstätten, wie sie z. B. Johnston im Sudan beobachtet hat, finden sich in der sandigen Vorwüste. Auch Uvarov weist darauf hin, daß die Vorwüste wohl eher als die eigentliche Wüste hierfür in Betracht kommt. Die Vorwüsten sind aber Landstriche, die zwar jährlich noch eine gewisse Niederschlagsmenge erhalten, die aber in bezug auf ihre zeitliche und ihre Mengenverteilung von großer Unbeständigkeit ist. Um den Heuschrecken günstige Entwicklungsbedingungen, d. h. eine möglichst geringe Sterblichkeit während des Eistadiums zu sichern, müssen also in den betreffenden Jahren die Regen 1. ausreichend und 2. zur Eiablagezeit der Wanderschwärme fallen. Der Boden muß mindestens während der ersten Hälfte ihrer Entwicklung sowohl feucht wie durchlüftet sein und dies bis in 10 cm Tiefe. Eine Austrocknung der oberen 2–3 cm bleibt bedeutungslos, wenn die Schichten von 3–10 cm ihre Feuchtigkeit bewahren. Die Bodenwärme muß im Tagesdurchschnitt zwischen 25–34° C betragen. Sie darf weder merkbar darunter zurückbleiben noch stark darüber steigen. Unter solch optimalen Bedingungen ist dann die Sterblichkeit gering, in der Natur gewiß noch weit geringer als in unseren Versuchen, bei denen die Eier von ihrem natürlichen Legeplatz entfernt weithin transportiert werden mußten. Wir gehen also nicht fehl bei der Annahme, daß unter solchen optimalen Bedingungen von 100 Eiern 80 oder mehr zur Entwicklung gelangen. Wenn wir die normale Eizahl provisorisch mit 100 Eiern veranschlagen, so genügt ein Schlüpfen von 2% der Nachkommen zur Erhaltung der Art. In einem günstigen Jahr würde dann die Zahl der auf derselben Fläche lebenden Heuschrecken auf das 40-fache aufschnellen und, falls im nächsten Jahre ähnlich günstige Bedingungen vorhanden sind, auf das 1600-fache. Erst zwei günstige Jahre hintereinander werden wohl eine solche Massenentwicklung gestatten, wie sie die kilometerbreiten und -tiefen riesigen Wanderschwärme voraussetzen. Hier erinnert die Heuschreckenvermehrung an das aus der Forstzoologie bekannte Entwicklungsschema einer Kalamität, bei der zwischen dem letzten Normaljahr und dem Ausbruch der Kalamität sich zumeist ein sogenanntes Prodromaljahr stärkerer Vermehrung einschleibt.

Auch für diese Erscheinung bietet uns der Verlauf der diesjährigen Kalamität eine Handhabe. Bereits im Jahre 1927 meldete B. P. Uvarov den Beginn einer neuen Vermehrungsperiode von *Schistocerca gregaria* in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet. In Palästina waren die einzigen

Vorboten einige wenige geschlechtsreife Imagines, welche Aharoni in der südlichen Küstenebene (dicht nördlich Rechoboth) fing. Im Frühjahr 1928 erschienen dann große Schwärme in Transjordanien, die aber aus Gründen, über die später noch zu sprechen sein wird, nicht zur Eiablage kamen. Erst Ende April und Anfang Mai erschienen in ganz Palästina große Schwärme, die mangels feuchten Bodens nirgendwo zur Eiablage oder doch zur Entwicklung kamen. Nur im Jordantal bei Jericho, am Wadi Audjah und bei Djuni h entwickelten sich im Mai kleinere Schwärme an bewässerten Kulturen (Bananen, Gurken). In diesem Jahre (1929) folgten dann neue große Schwärme. Das Vorhandensein von mindestens einem Prodromaljahr (1927) kann also als gesichert gelten.

Zur Klärung sei noch hinzugefügt, daß die Vorwüste keineswegs lebensarm ist, sondern gerade an Feldheuschrecken, auch solchen aus der nahen Verwandtschaft von *Schistocerca gregaria*, überaus reich ist. Dieser Individuenreichtum der Feldheuschrecken ist geradezu eins der Hauptcharakteristika der Vorwüste und Wüste (z. B. bei Jericho, am Sinai, in Ägypten). Auch die ständige Bevölkerung der Dauerbrutstätten brauchen wir uns daher nicht naturnotwendig als individuenarm vorzustellen.

So erklärt sich uns ein fast unlöslich erscheinendes Rätsel der Heuschreckenbiologie in harmonischer Übereinstimmung mit den Grundgesetzen, welche die Massenvermehrungen aller Insekten regulieren. Der Kausalzusammenhang zwischen stärkeren Regenfällen und *Schistocerca*-Vermehrung liegt nicht in der gesteigerten Nahrungsmenge, sondern in den günstigen Entwicklungsbedingungen des für äußere Einflüsse empfindsamsten Stadiums.

Die Periodizität der Wanderzüge ist nur eine scheinbare. Wohl werden für Ägypten (laut L. H. Gough loc. cit.): 1891, 1904, 1915, (1928) für Palästina (laut Bücher 1918 p. 8): 1865, 1878, 1890, 1902, 1915, (1928/29) als Heuschreckenjahre angegeben. Doch erscheinen die älteren Angaben weder ausreichend belegt, noch sind die neueren Angaben vollständig. So berichtet z. B. Aharoni¹⁾ von folgenden Heuschreckenjahren aus Palästina:

- 1865/66
- 1892 (in Rosch Pinah)
- 1899 (am Nahr Rubin)
- 1908 Riesenschwärme in Ain Feschehah.

Aus Algier und Marokko ist eine Periodizität sowieso unbekannt, und Massenvermehrungen von siebenjähriger Dauer sind nachgewiesen. Die scheinbare Periodizität der letzten großen Heuschreckeneinfälle in Palästina und Ägypten, die, wie schon aus den Angaben Aharonis hervorgeht, keine absolute war, kann nur im Zusammenhang mit einer ähnlichen

¹⁾ J. Aharoni. Haarbeh. Jaffa, 1920.

Klimaperiode, welche in den Dauerbrutstätten dieser Länder besonders deutlich zum Ausdruck kommt, erklärt werden. In erster Linie haben wir dabei an die 11—13 jährigen Klimaperioden, welche mit den Schwankungen der Sonnenflecken in Verbindung gebracht werden, zu denken, denn klimatische Faktoren (besonders Regenfall) sind es ja, welche den entscheidenden Einfluß auf die Massenvermehrung von *Schistocerca gregaria* haben.

C. Körpertemperatur und Wärmeausgleich.

Von F. S. Bodenheimer.

Das Problem der Körpertemperatur bei Insekten ist schlechter durchforscht, als man annehmen sollte. Eine eingehende Studie¹⁾ über diese Fragen ist in Vorbereitung.

Im Gegensatz zu den Homoiothermen hängt die Körpertemperatur der Poikilothermen wesentlich von äußeren Bedingungen ab. Die Außenwelt beeinflusst die Eigenwärme dieser Tiere auf zwei Wegen: durch Wärmeausgleich und durch strahlende Wärme.

a) Der Wärmeausgleich.

Bringen wir eine Heuschrecke in einen Thermostaten von bestimmter Temperatur aus einer anderen Umgebungswärme, so gleicht sich die Körperwärme dieser Heuschrecke in Bälde an die des Thermostaten an. Dieser Wärmeausgleich folgt, wie in der oben erwähnten Arbeit gezeigt werden wird, ausschließlich dem Wärmeausgleichsgesetz von Newton.

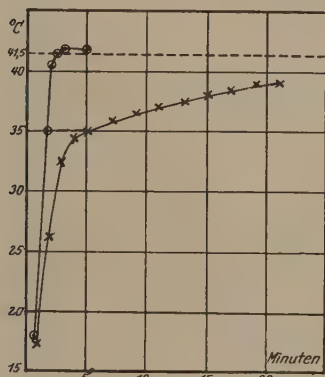


Abb. 5.

Wärmeausgleich von *Schistocerca gregaria*-Larve.
(1. Stadium.)

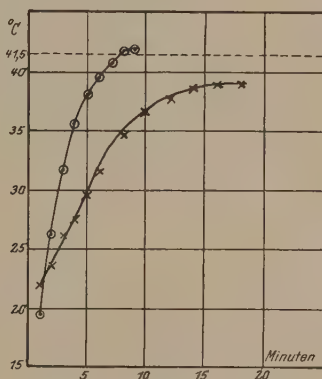


Abb. 6.

Wärmeausgleich von *Schistocerca gregaria*-♂.
x—x in trockener Luft. o—o in feuchter Luft.

Wie die beigelegten typischen Kurven belegen, hängt die Geschwindigkeit des Wärmeausgleichs im wesentlichen von 2 Faktoren ab: von der Größe des betreffenden Insekts sowie von der Luftfeuchtigkeit.

¹⁾ F. S. Bodenheimer und Samburski, Studien über die Körpertemperatur der Insekten.

Vielleicht spielt auch die Körperfärbung eine gewisse Rolle, doch müssen wir sie mangels exakterer Analyse in dieser Hinsicht hier beiseite lassen. Eine sehr auffallende, aber allgemein gültige Erscheinung ist die starke

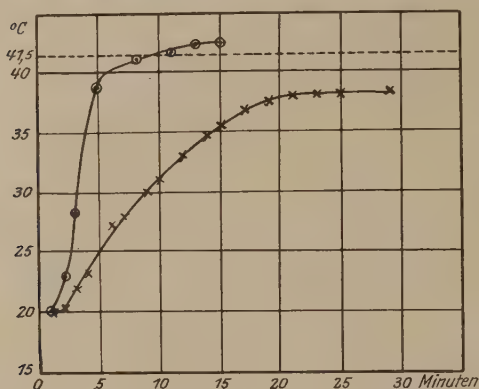


Abb. 7. Wärmeausgleich von *Schistocerca gregaria* ♀.
x—x in trockener Luft. o—o in feuchter Luft.

solange nicht starke Luftbewegungen einwirken. Fehlen diese beiden Faktoren, so besitzt *Schistocerca* wie fast alle anderen Insekten — besonders im Ruhezustande — die Wärme der direkten Umgebung. Bei trockener Luft erfolgen Wärmeausgleichungen langsamer als in feuchter Luft.

b) Einfluß der strahlenden Wärme auf die Körpertemperatur.

Der Einfluß der strahlenden Wärme ist bei den Heuschrecken besonders deutlich. Während viele Tiere, besonders in der Wüste und

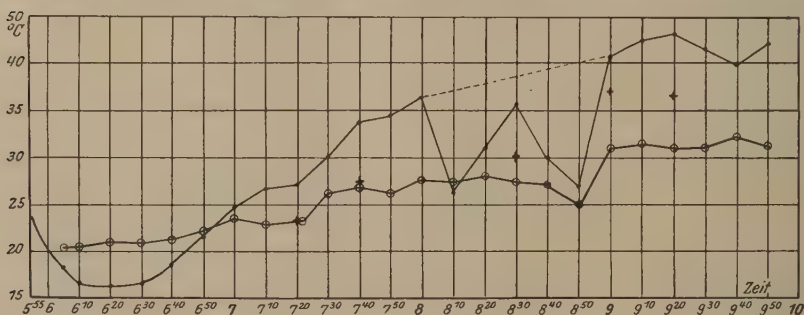


Abb. 8. Körpertemperatur von *Schistocerca gregaria* (Larve 5. Stadium) im Freien (16. V. 29; 6–10 h vorm.).
o Lufttemperatur. + Bodentemperatur. ● Körpertemperatur.

Steppe, die Sonnenstrahlen fliehen und sich morgens in Schlupfwinkel verkriechen, aus denen sie erst am Abend wieder hervorkommen, lebt unsere Heuschrecke nach Sonnenaufgang erst eigentlich auf und behält

Verzögerung des Wärmeausgleiches in trockener Luft. Andererseits ist der schnelle Wärmeausgleich kleiner Larven gegenüber großen Larven und Imagines ohne weiteres verständlich.

Der einfache Wärmeausgleich, den wir soeben beschrieben haben, tritt in der Natur nur unter gewissen Voraussetzungen ein: Solange das Insekt der Einwirkung strahlender Wärme entzogen ist und

diese Aktivität während des ganzen Tages bei. Aus unseren verschiedenen Messungen geht hervor, daß ihre Körperwärme infolge der strahlenden Wärme sich schnell auf über 40°C erhöht und während des Tages im Sonnenschein zwischen $40-43-45^{\circ}\text{C}$ schwankt. Diese Temperatur bleibt zwar wesentlich hinter derjenigen eines schwarzen und weißen Kugelthermometers im Vakuum zurück, übertrifft aber beträchtlich die mit einem gewöhnlichen Thermometer gemessene Lufttemperatur in der Sonne sowie die ebenso gemessene Bodentemperatur. Beschattung äußert sich sofort in einem plötzlichen, starken Rückgang der Körperwärme.

Tabelle 6 und Abb. 8 zeigen uns diese Erscheinungen an einem durch 4 Stunden hindurch beobachteten Individuum sehr schön.

(Siehe Tabelle 6 auf S. 454.)

Auch Abb. 9/10 zeigt ähnliche Verhältnisse an.

Vergleichen wir diese Temperaturen mit denen für die verschiedenen Aktivitätsstufen! Die starke Aktivität beginnt bei $34,9^{\circ}\text{C}$; die höchste Erregung (ein pathologischer Zustand) bei $43,1^{\circ}\text{C}$; der Beginn der Para-

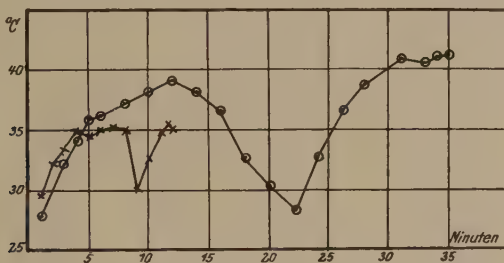


Abb. 9 u. 10. Körpertemperatur von *Schistocerca gregaria*.

x - x (Larve I. Stadium) im Freien (12. V. 29). o - o ♀ im Freien (12. V. 29).

lyse bei $49,6^{\circ}\text{C}$; der Tod bei $50,9^{\circ}\text{C}$. Die Temperatur von $40-43^{\circ}\text{C}$ bedeutet also das normale Aktivitätsoptimum, bei dem auch alle physiologischen und Entwicklungsprozesse am raschesten verlaufen und noch harmonisch einander zugeordnet sind. Diese Temperatur besitzen die Tiere an sonnigen Tagen, die während ihrer Entwicklungszeit ungeheuer vorwiegen, und verbringen den größten Teil der übrigen Zeit in Starre, ohne aktiv Energie zu vergeuden. Die strahlende Sonnenenergie wird hier trefflich ausgenutzt, um die Entwicklungs- und Stoffwechselprozesse auf eine optimale Beschleunigung zu bringen. Es ist vollkommen klar, daß wir auf diese Weise $40-43^{\circ}\text{C}$ als die normale Körpertemperatur von *Schistocerca* während des Tages anzusehen haben; während des Morgens, Abends und der Nachtstunden ist sie gleich der der umgebenden Luft. Dies ist auch der Hauptgrund dafür, daß die bisher bekannten Entwicklungsdaten für *Schistocerca* sich so schlecht mit den klimatischen Durchschnittsdaten der betreffenden Orte in Beziehung setzen ließen. Wir werden später noch darauf zurückkommen.

Tabelle 6.

Messungen der Körpertemperatur des 5. Larvenstadiums von
Schistocerca gregaria auf Stein am 9. Mai 1929.

Zeit	Galvanometer-Temperatur		Vakuum-thermometer		Luft-temperatur		Thermosflasche	Bodentemperatur	Sonne und Wind	
			mit weißer Kugel	mit schwarzer Kugel	in Sonne	im Schatten				
5 ⁵⁵	+ 0,090	23,5	20,7	20,8	—	—	19,0	—	Schatten	Windstill
6 ⁰⁵	— 0,010	18,5	18,7	20,4	20,4	19,8	—	—	"	"
6 ¹⁰	— 0,050	16,5	18,5	20,4	20,4	19,8	—	—	"	"
6 ²⁰	— 0,055	16,3	18,5	20,2	20,9	19,0	—	—	"	"
6 ³⁰	— 0,050	16,5	18,6	20,3	20,9	18,9	—	—	"	"
6 ⁴⁰	— 0,010	18,5	20,1	23,2	21,3	19,9	—	—	leichte Sonne	"
6 ⁵⁰	+ 0,050	21,5	22,3	31,1	22,3	20,5	—	—	"	"
7 ⁰⁰	+ 0,110	24,5	26,8	38,0	23,5	20,9	—	—	"	"
7 ¹⁰	+ 0,150	26,5	30,7	42,1	22,9	21,3	—	—	starke Sonne	"
7 ²⁰	+ 0,160	27,0	33,1	44,8	23,0	21,2	—	23,0	"	"
7 ³⁰	+ 0,220	30,0	34,7	45,0	26,0	21,3	—	—	"	"
7 ⁴⁰	+ 0,290	33,6	37,6	51,1	26,7	22,2	19,1	27,3	"	"
7 ⁵⁰	+ 0,305	34,3	38,4	52,3	26,5	22,0	—	—	"	ganz leichte Brise beginnt
8 ⁰⁰	+ 0,340	36,2	39,7	57,9	27,5	23,9	19,2	—	"	"
8 ¹⁰	+ 0,140	26,2	37,0	40,0	27,4	23,0	19,2	—	seit 8 Minuten im Baum-schatten	"
8 ²⁰	+ 0,250	30,7	40,3	50,1	28,0	23,0	19,3	—	seit 4 Minuten wieder in Sonne	"
8 ³⁰	+ 0,320	35,4	41,0	59,0	27,3	24,0	19,4	30,0	Sonne	"
8 ⁴⁰	+ 0,210	29,9	35,5	47,0	26,0	24,0	19,4	—	leichter Baumschatten	"
8 ⁵⁰	+ 0,150	27,0	31,0	41,0	25,0	24,0	19,5	—	"	"
9 ⁰⁰	+ 0,445	41,8	45,0	63,5	31,0	25,0	19,6	37,0	Sonne	"
9 ¹⁰	+ 0,455	42,3	46,0	65,2	31,5	25,5	19,8	—	"	"
9 ²⁰	+ 0,460	42,8	46,7	66,0	31,0	25,9	19,8	36,5	"	"
9 ³⁰	+ 0,430	41,4	46,5	65,0	31,0	26,0	19,9	—	"	stärkerer Wind
9 ⁴⁰	+ 0,400	39,9	47,5	65,6	32,2	25,0	19,0	—	"	leichter Wind
9 ⁵⁰	+ 0,440	42,0	48,6	65,5	31,3	26,2	20,0	—	"	stärkerer Wind

Das Rätsel der unter Wüstentieren so weit verbreiteten schwarzen Körperfarbe erhält durch diese Beobachtungen ein neues Gesicht. Die schädliche Wirkung der ultraroten Wärmestrahlen wird durch Absorption dieser Strahlen an der Körperperipherie physiologisch abgefangen und für den Organismus unschädlich gemacht.

Endlich sei noch der Einfluß des Windes kurz erwähnt. Leichte Brisen und kurze stärkere Windstöße erniedrigen die Körperwärme oft

um $1-2^{\circ}\text{C}$. Als Beispiel sei auf Tabelle 6 verwiesen. Eine besondere Bedeutung haben die starken, heißen Wüstenwinde (Chamzine). Anfang Mai wehte ein solcher mehrere Tage in Transjordanien und Palästina, der überall eine Tagesschattentemperatur von 42°C zeigte. Die Körpertemperatur der Heuschrecken betrug zu dieser Zeit $42-44^{\circ}\text{C}$. Starker, langandauernder, kühler Wind hat sicher einen bedeutenden Einfluß auf die Körperwärme von *Schistocerca*, da die strahlende Wärme alsdann nur zu ganz unvollkommener Ausnutzung kommt.

c) Aktive Temperaturregulationen.

Gegenüber diesen großen Schwankungen der Körperwärme, die durch äußere Faktoren verursacht werden, ist die Wärmeproduktion der Heuschrecken außerordentlich gering und verschwindend.

Dauernde und heftige Kriechbewegungen (bei Fixation der Hinterbeine) hatten auch bis $\frac{1}{4}$ stündige Beobachtung überhaupt keine Wärmeerhöhung des Körpers zur Folge. Vereinzelte Sprünge ergeben niemals eine Temperaturerhöhung. Nur einmal, als eine Imago fünf kräftige Sprünge hintereinander gemacht hatte, stieg die Körpertemperatur um fast 1° . Diese Wärmeerhöhung glich sich beim Aufhören des Sprunges sofort aus. Da die Heuschrecken nicht ununterbrochen lange Strecken hindurch in großen Sprüngen hüpfen, so kommt auch diese Wärmeproduktion praktisch kaum in Frage.

Nicht ganz so sicher kann die Frage nach der Wärmeproduktion beim Fluge beantwortet werden. Wie uns Versuche an anderen Insekten lehrten, ist der eigentliche Flug — besonders wenn er so wenige Flügelschläge pro Zeiteinheit aufweist wie bei den Heuschrecken — nicht wärmesteigernd. Tatsächlich ergaben Messungen bei kurzen Flügen, daß keine Steigung der Körperwärme eingetreten war. Bei höheren Körpertemperaturen haben wir sogar bei Sphingiden keine Steigung der Körperwärme durch den Flug mehr feststellen können. Eine Beeinflussung der Körperwärme der Heuschrecken durch die beim Fluge stattfindende Wärmeproduktion findet also wohl nicht statt. Eine aktive Erhöhung der Körperwärme durch Flattern oder Fliegen, wie wir sie von Bienen oder Sphingiden her kennen, kommt für *Schistocerca* schon deshalb nicht in Frage, weil die Flugtätigkeit erst bei höheren Temperaturen (25°C) beginnt.

Eine andere Art der Wärmeregulation, die *Neches* für Insekten festgestellt haben will, konnte Verfasser weder an *Schistocerca* noch an anderen Insekten je feststellen. Es handelt sich um eine Erniedrigung der Körpertemperatur durch plötzliche Wasserabgabe.¹⁾ Nun war irgend eine Art der Regulation bei hohen Temperaturen zu erwarten, da die Tiere ja zwar in optimalen Wärmegraden, aber auch nahe der Grenze tödlicher Wärmeschädigung leben.

¹⁾ Siehe Bodenheimer und Samburski loc. cit.

Eine solche Wärmeregulation findet tatsächlich statt. G. Fränkel (s. S. 463, 470) hat beobachtet, daß die Tiere sich am Morgen senkrecht zur und am Mittag in der Richtung der Sonnenstrahlen orientieren und einstellen. Im ersten Falle bieten sie den Sonnenstrahlen eine größtmögliche Bestrahlungsfläche dar, im zweiten Falle die denkbar kleinste. Dieser Unterschied in der Bestrahlungsfläche genügt, um einen deutlichen Unterschied in der Körpertemperatur hervorzurufen, wie die folgenden Protokolle zeigen.

Tabelle 7.

Körpertemperaturen von *Schistocerca gregaria*, 5. Stadium, deren Körper abwechselnd parallel und senkrecht zur Richtung der Sonnenstrahlen gestellt sind. 10. V. 29.

Zeit	Körper-	Vakuumthermometer		Lufttemperatur		Thermos- flasche
	temperatur	weiße	schwarze	in	im	
	in °C	Kugel	Kugel	Sonne	Schatten	
	in °C	in °C	in °C	in °C	in °C	in °C
Ca 2—3 cm über der Unterlage (Stein), stets ganz leichte						
Körper parallel den Sonnenstrahlen.						
10 ⁰⁰ . .	35,7	51,0	67,5	32,5	26,8	21,9
Körper senkrecht zu den Sonnenstrahlen.						
10 ⁰⁵ . .	38,7	50,8	67,8	33,0	—	21,9
Körper parallel den Sonnenstrahlen.						
10 ¹⁵ . .	32,5	—	—	—	—	—
10 ²¹ . .	37,0	—	—	—	—	—
10 ²⁵ . .	38,2	51,0	67,0	35,0	—	22,0
Körper senkrecht auf Sonnenstrahlen.						
10 ³⁰ . .	36,6	—	—	—	—	—
10 ³⁵ . .	40,1	—	—	—	—	—
10 ³⁸ . .	42,1	51,0	67,5	35,0	27,0	22,1
Körper parallel den Sonnenstrahlen.						
10 ⁴⁵ . .	34,8	—	—	—	—	—
10 ⁴⁸ . .	37,6	—	—	—	—	—
10 ⁵⁰ . .	38,6	—	—	—	—	—
10 ⁵³ . .	39,8	—	—	—	—	—
11 ⁰⁰ . .	41,6	54,0	69,0	36,5	28,0	22,3
Körper senkrecht auf Sonnenstrahlen.						
11 ⁰⁵ . .	35,1	—	—	—	—	—
11 ¹⁰ . .	43,9	—	—	—	—	—
11 ¹⁵ . .	45,1	53,0	69,0	35,8	28,5	22,6
Körper parallel den Sonnenstrahlen.						
11 ²³ . .	35,5	—	—	—	—	—
11 ²⁸ . .	39,0	—	—	—	—	—
11 ³⁵ . .	41,0	—	—	—	—	—
11 ⁴¹ . .	42,5	—	—	—	—	—
11 ⁴⁵ . .	42,0	54,0	69,0	37,3	29,0	23,0

Zeit	Körper- temperatur	Vakuumthermometer		Lufttemperatur		Thermos- flasche
		weiße Kugel	schwarze Kugel	in Sonne	im Schatten	
	in ° C	in ° C	in ° C	in ° C	in ° C	in ° C
Körper senkrecht auf Sonnenstrahlen.						
11 ⁴⁸ . .	42,1	—	—	—	—	—
11 ⁵³ . .	45,1	54,0	69,0	37,5	—	23,1
12 ⁰⁰ . .	43,1	—	—	32,5	—	— frischer Wind
Heuschrecke liegt auf dem Boden (heißer Stein).						
12 ⁰² . .	43,2	—	—	—	—	—
12 . .	49,7	53,0	86,0	—	30,0	— 45,0 Bodentemp.

Tabelle 8.

Körpertemperaturen von *Schistocerca gregaria*, 5. Stadium. 12. V. 29.

Zeit	Körper-	Vakuumthermometer		Lufttemperatur		Boden-	Thermos-
	temperatur	weiße	schwarze	in	im		
	in ° C	Kugel	Kugel	Sonne	Schatten		
		in ° C	in ° C	in ° C	in ° C	in ° C	in ° C
A. Auf der Unterlage (Stein).							
Körper in der Richtung der Sonnenstrahlen							
8 ⁰⁰	. . 30,5	—	—	—	—	—	—
8 ⁰⁵	. . 34,0	—	—	—	—	—	—
8 ⁰⁸	. . 35,0	—	—	—	—	—	—
8 ¹⁵	. . 36,0	45	59	33,5	28,0	36,7	18,5
Körper quer zur Richtung der Sonnenstrahlen.							
8 ¹⁵	. . 36,2	—	—	—	—	—	—
8 ²⁵	. . 38,9	45	59	33,5	28,0	36,9	18,7
B. 2—3 cm über dem Stein, frei in der Luft.							
Körper in der Richtung der Sonnenstrahlen.							
8 ³⁰	. . 33,0	—	—	—	—	—	—
8 ³⁵	. . 35,2	—	—	—	—	—	—
8 ⁴⁰	. . 36,0	45,5	60	34	28,5	—	19,0
neben dem Tier							
Körper quer zur Richtung der Sonnenstrahlen.							
8 ⁴⁵	. . 33,7	—	—	—	—	—	—
8 ⁵⁰	. . 37,2	—	—	—	—	—	—
8 ⁵⁵	. . 40,2	46	60,7	35	29,0	—	19,2

Wir erhalten also folgende Differenzen:

Körperwärme bei Körperstellung zur Sonnenrichtung.			
senkrecht	parallel	Differenz	
° C	° C	° C	
38,7	35,7	3,0	
42,1	38,2	3,9	
45,1	41,6	3,7	
45,1	42,5	2,6	
38,9	36,0	2,9	
40,2	36,0	4,2	
Durchschnitt	41,7	38,3	3,4

Die Schwankungen der Körperwärme infolge verschiedener Einstellung der Heuschrecken zur Richtung der Sonnenstrahlen betragen also $2-4^{\circ}\text{C}$. Diese Temperaturdifferenz kann an der Grenze der Wärmeschädigung entscheidend werden. So besitzt *Schistocerca* einen einfachen Hitzeschutz. Es ist unnütz zu betonen, daß im Aufsuchen von Strauch- und Krautschatten ebenfalls ein Hitzeschutz liegt. Von fernerer Bedeutung ist das Aufrichten des Körpers in der heißen Tageszeit, da der Hinterteil des Körpers so in eine Distanz von $1-2\text{ cm}$ von der ebenfalls wärmestrahrenden Boden- resp. Steinoberfläche erhoben wird.

Um festzustellen, ob die in Abb. 8—10 bestehende Differenz zwischen der Körpertemperatur der verschiedenen Stadien eine ständige sei, wurden mehrere Messungen ausgeführt. Es ergaben z. B. am 23. V. 29 zwischen 1 und 2^h mittags:

Tabelle 9.

	Körpertemp. nach 10 Min. Exposition in °C	Thermometer am Boden		Schwarzes	Weißes	Windver- hältnisse
		in Sonne	im Schatten	Kugelthermometer im Vakuum		
		in °C	in °C	in °C	in °C	
Larve 3. Stad.	43,0	36,0	31,5	60,0	45,5	gelegentl. Windstöße
Larve 2. Stad.	41,5	36,8	32,0	65,0	49,5	mittl. Wind
Imago ♂	41,0	35,0	31,0	64,1	48,7	„ „

Die zuvor gemessene Differenz ist also eine zufällige. Grundsätzliche Unterschiede zwischen Larven- und Imago-Temperatur bestehen nicht.

d) Über den Gefrierpunkt.

Bei einer Temperatur von -14°C gefroren die Imagines der eiblegenden Generation (Mitte März 1929) nach 8—11 Minuten, die kleineren ♂ etwas früher als die ♀. Der Gefrierpunkt war

bei 3♂	— 1,7	— 1,5	— 1,4
bei 3♀	— 1,5	— 1,6	— 1,3

} — $1,5^{\circ}\text{C}$.

Die Imagines waren alle tot, nur je 1 ♂ und 1 ♀ zuckten noch mit den Antennen und Mundgliedmaßen am nächsten Morgen, ohne jedoch imstande zu sein, auch nur schwerfällig herumzukriechen.

Kleine schwarze ausgefärbte Larven des ersten Stadiums gefrieren infolge ihrer Kleinheit natürlich außerordentlich schnell. Nach $1\frac{1}{2}$ Min. war stets der Gefrierpunkt erreicht (bei einer Außentemperatur von -10°C). Derselbe war: — 1,3; — 1,6; — 1,6; — 1,3; — 1,3 = $-1,4^{\circ}\text{C}$, d. h. identisch mit dem der Imagines.

Die Tiere vertrugen einen kürzeren Aufenthalt in $-10,0^{\circ}\text{C}$ gut, wenn die Körpertemperatur nicht unter $-2,0^{\circ}\text{C}$ gesunken war. Die Verhältnisse bei einigen frisch geschlüpften Imagines (Ende Mai 1929) sind aus der beifolgenden Tabelle zu ersehen.

Tabelle 10.

Gefrierpunkt von frischgeschlüpften Imagines von *Schistocerca gregaria*. (Mai 1929.)

Zeit in Minuten	Körpertemperatur in °C			
	♀ 1 (— 14,0 °C)	♀ 2 (— 16,0 °C)	♂ 1 (— 13,0 °C)	♂ 2
1	30,6	29,8	28,9	28,0
2	25,2	25,5	24,0	23,7
3	16,9	20,6	18,6	18,8
4	11,0	16,3	14,3	15,0
5	6,7	12,0	10,0	11,8
6	4,5	8,8	6,8	8,6
7	2,3	5,6	4,0	5,8
8	0,5	3,4	1,8	3,6
9	0,0	0,6	0,0	1,4
10	G. P. — 0,5	— 0,5	— 0,5	— 0,4
11	— 0,5	G. P. — 1,0	G. P. — 1,0	U. K. — 1,5
12	— 0,5	— 1,0	— 1,0	G. P. — 1,0
13	— 0,5	— 1,0	— 1,0	— 1,0
14		— 1,0	— 1,0	— 1,0
15		— 1,0	— 1,0	— 1,0
16		— 1,0	— 1,0	
17		— 1,0	— 1,3	
18		— 1,0	— 1,3	
19		— 1,0	— 1,3	
20		— 1,0	— 1,3	
21		— 1,0	— 1,5	
22		— 1,3	— 1,5	
23		— 1,3	— 1,8	
24		— 1,3		
25		— 1,6	— 2,0	
26		— 1,6		
27		— 1,8		
28		— 1,8	— 2,6	
29				
30			— 3,1	
31			— 3,7	
32			— 4,2	
34		— 4,8		
35		— 6,4		
36		— 7,5		
39		— 10,3		

U. K. = Unterkühlung. — G. P. = Gefrierpunkt.

Der Gefrierpunkt ($-0,5$; $-1,0$; $-1,0$; $-1,0$; $-0,9^{\circ}\text{C}$) liegt etwa $\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ höher als bei den Märztieren. Eine Unterkühlung wurde bei 15 Versuchen nur einmal wahrgenommen und betrug auch hier nur

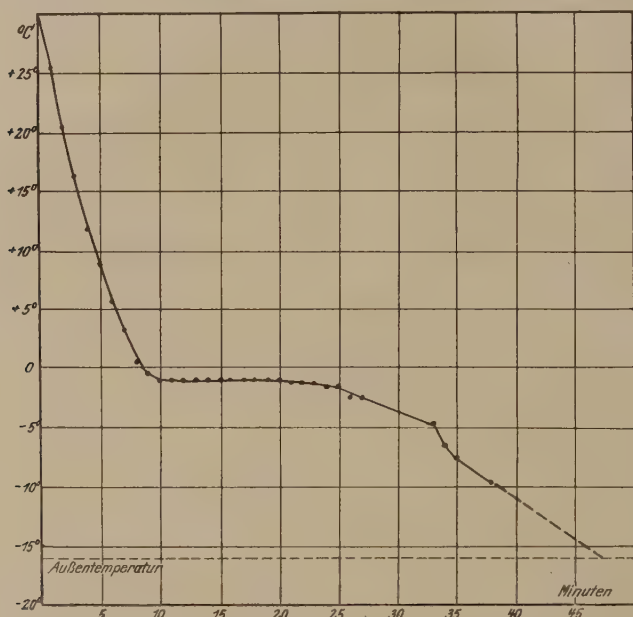


Abb. 11. Körpertemperatur von *Schistocerca gregaria*-♀ bei tiefen Temperaturen (Wärmeausgleich).

$\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$. Über die Beziehungen zwischen Gefrierpunkt und Unterkühlung wird an anderer Stelle noch zu reden sein. Eine biologische Schutzwirkung, wie Bachmetjev¹⁾ will, ist mit diesen Verhältnissen keinesfalls verbunden.

¹⁾ P. Bachmetjev, Experimentell entomologische Studien I. Leipzig 1901.

D. Aktivität I. Feldbeobachtungen.

Von G. Fränkel.

a) Die eben geschlüpften Larven.

Das Schlüpfen der jungen Larven scheint vorzugsweise in den Morgenstunden zu erfolgen. Ich sah am 31. III. und 1. IV. 29 morgens zwischen 7 und 10 Uhr viele ganz frisch geschlüpfte noch nicht ausgefärbte Tiere, während dort in den Mittagsstunden kaum nicht ausgefärbte Tiere anzutreffen waren. (Der Ausfärbeprozess geschieht in etwa 4 Stunden.) Die frischgeschlüpften Tiere wandern in den ersten Tagen noch nicht. Sie bleiben an den Eiablageplätzen, hüpfen herum, sonnen sich auf Steinen. An Eiablageplätzen sind die Eiröhren nicht gleichmäßig über den Boden verteilt, sondern es finden sich in gewissem Abstand voneinander Anhäufungen von 10 und mehr Eiröhren auf einem qdm. Die Tiere, die in nächster Nachbarschaft voneinander ausschlüpfen, halten sich von den ersten Tagen an zusammen als geschlossene Schar. An einem Eiablageplatz, an dem gerade die Jungen schlüpfen, sieht man in Abständen von mehreren Metern Gruppen von jungen Tieren, die zusammen in bestimmter Richtung hüpfen oder sich dichtgedrängt auf einem Stein sonnen.

Auf die Wanderschaft begaben sich die Larven ungefähr 8 Tage nach dem Schlüpfen der ersten, etwa um die Zeit, als viele Tiere schon ins 2. Larvenstadium übergegangen waren. Jedoch besteht ein junger wandernder Schwarm zum großen Teil aus Larven des 1. Stadiums, und viele sind an ihrer Größe als frischgeschlüpfte Tiere kenntlich. Die ganz jungen Larven können also bereits im Zuge mitwandern. Wie aus den kleinen Gruppen am Eiablageplatz die großen Larvenzüge entstehen, wird später (Seite 549) ausgeführt werden.

b) Die wandernden Larven.

Die wandernden Larven vom 1.—5. Larvenstadium unterscheiden sich in ihren Lebensgewohnheiten so wenig voneinander, daß ihr Verhalten zusammen beschrieben werden kann.

Vor Sonnenaufgang.

Nachts befinden sich die Larven auf Pflanzen, vorzugsweise auf Sträuchern. Nur an Stellen mit ganz spärlichem Pflanzenwuchs übernachtet ein Teil der Tiere am Boden. Am frühen Morgen findet man den größten Teil auf Pflanzen sitzen (Abb. 12), ein kleiner Teil ist in langsamer, aber stetiger Wanderung begriffen (vgl. Tabelle der Wanderungs-

geschwindigkeiten Seite 467). Diese Wanderung vor Sonnenaufgang ist bedeutend langsamer als die reguläre Wanderung während des Tages und findet bei wesentlich niedrigeren Temperaturen statt als diese. Wichtig ist, daß diese Wanderung in genau derselben Richtung vor sich geht als wie



Abb. 12. Ein von Heuschrecken besetzter Baum in den frühen Morgenstunden. (Phot. Fraenkel.)

die viel später einsetzende Massenwanderung, obwohl die äußeren Bedingungen (Wind- und Lichtverhältnisse) oftmals ganz andere sind als nach Sonnenaufgang.

An sehr warmen Tagen (bei Chamsinwind) erleidet die normale Wanderung nachts keine Unterbrechung. Ich traf z. B. am 4. Mai 1929 morgens um 5³⁰ bei einer Temperatur von 27 Grad Larven des 5. Stadiums in ihrer regulären Massenbewegung an.

Nach Sonnenaufgang.

Die Morgenansammlungen.

Mit steigender Temperatur werden die Larven aktiver. Die Tiere auf den Pflanzen beginnen lebhaft herumzuklettern, die Wanderung am Boden wird etwas beschleunigt.

Ist die Temperatur am Boden auf etwa 20 Grad gestiegen, so ändert sich plötzlich das Bild. Die auf den Pflanzen sich befindenden Tiere sind alle auf den Boden herabgesprungen, die wandernden Tiere stellen ihre Wanderung ein. Alle Larven sammeln sich an warmen, den Sonnenstrahlen gut ausgesetzten Plätzen an. Die Ansammlungen entstehen an der Sonnenseite von Steinen (Abb. 13), Gräben, kleinen Erdhaufen. Vielfach sind sie an der Sonnenseite von Bäumen oder Sträuchern auf dem Boden (Abb. 14 u. 15). Auch auf ebenem Boden, wenn besonders der Sonne ausgesetzte Plätze fehlen, sogar in einer Wiese zwischen den Pflanzen können

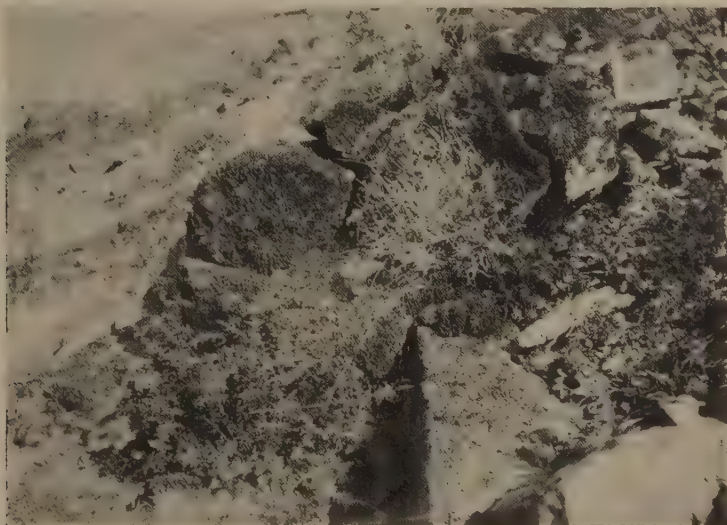


Abb. 13. Morgenansammlung auf einem Stein. (Phot. Fraenkel.)

die Ansammlungen entstehen. Wenn jedoch in der Wiese Steine liegen, sammeln sich sämtliche Tiere auf ihnen an. Die Larven sitzen in den Ansammlungen dicht gedrängt zusammen. Etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach Beginn der Zusammenrottung sind sämtliche Tiere in Ansammlungen vereinigt, keines befindet sich noch auf Pflanzen, die Wanderung hat völlig aufgehört. Im Zwischenraum zwischen den einzelnen Ansammlungen ist der Boden frei von Tieren. Die Ansammlungen sind von weitem als schwarze bezw. grüne oder gelbe Flecken (entsprechend der Farbe des Larvenstadiums) zu erkennen.

In den Ansammlungen sind die Larven mit ihren Längsachsen streng parallel zueinander orientiert. Die Richtung der Längsachsen steht auf den Sonnenstrahlen genau senkrecht. Es ist die Stellung, bei der die Tiere am meisten strahlende Energie aufnehmen. Körpertemperatur-

messungen (vgl. S. 456) haben gezeigt, daß die Körpertemperatur unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen um einige Grade höher steigt, wenn die Längsachse der Tiere zu den Sonnenstrahlen senkrecht steht, als wenn



Abb. 14. Morgenansammlung in der Sonne vor niederem Gebüsch. (Phot. Fraenkel)

Sonnenstrahlen und Längsachse einander parallel sind. Es verdient hier hervorgehoben zu werden, wie exakt genau der rechte Winkel verwirklicht ist. An einigermaßen senkrechten Wänden, an Mauern, Baum-

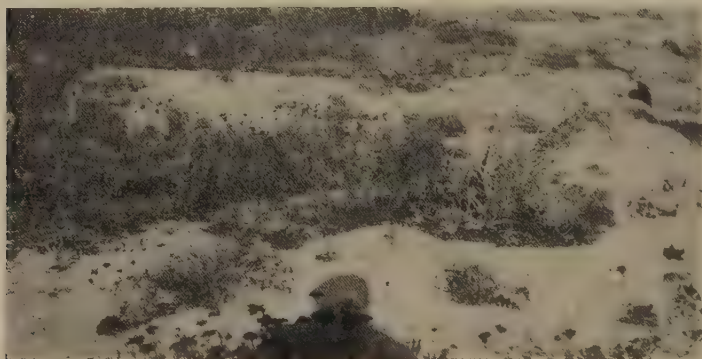


Abb. 15. Morgenansammlungen in der Sonne vor Pflanzen. (Phot. Fraenkel.)

stämmen und Felsen, die ja ohnehin den Sonnenstrahlen ungefähr senkrecht ausgesetzt sind, sind die Tiere mit vertikal gerichteter Achse (Kopf nach oben) orientiert.

Wirft man auf eine Ansammlung einen Schatten, so kommen die Tiere, die sich im beschatteten Teil befinden, augenblicklich in Bewegung. Sie rücken nach allen Seiten auseinander, bis sie wieder in der Sonne sitzen. Der Schatten wird genau ausgeschnitten.

Die Entstehung der Ansammlungen geschieht folgendermaßen: Wandernde Tiere passieren eine der Sonne gut ausgesetzte besonders warme Stelle und bleiben sitzen. Die nachfolgenden Tiere setzen sich, wenn sie auf sitzende Tiere stoßen, dazu. Tiere, die auf dem Wege durch ein Gebüsch oder Gras auf eine vegetationsfreie und demnach auch der Sonne ausgesetzte Stelle gelangen, bleiben sitzen. Deshalb finden sich stets die Ansammlungen auf der Sonnenseite der Gebüsche am Boden. Eine bereits bestehende kleine Ansammlung scheint (optisch?) eine anlockende Wirkung auf in der Nähe befindliche Artgenossen auszuüben. Von allen Seiten strömen sie herbei und setzen sich dazu. Es können so mehrere Quadratmeter große Ansammlungen entstehen, in denen die Tiere gedrängt aneinander sitzen.

Die Einstellung der Tiere zur Sonne gibt uns über die Bedeutung dieser Ansammlungen, die ich im Gegensatz zu den später zu besprechenden Mittags- und Abendansammlungen Morgenansammlungen nennen möchte, Auskunft. Die Heuschrecken befinden sich an den wärmsten Punkten ihrer Umgebung in einer Stellung, die eine schnelle intensive Erwärmung ihres Körpers verspricht. Der Körper erreicht auf schnellstem Weg die Temperatur, die zur Entfaltung der vollen Aktivität, des Wanderns, notwendig ist.

Die Morgenansammlungen dauern, je nach der herrschenden Temperatur, $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ Stunden, am 2. April von 7³⁰—8 Uhr, am 17. April von 7³⁰—9 Uhr. Wenn die Temperatur auf ungefähr 26—28 Grad gestiegen ist, lösen sich die Ansammlungen und die Tiere beginnen zu wandern. Die Ansammlungen können anscheinend während des Tages jederzeit wieder von neuem entstehen, wenn die Temperatur unter 25 Grad sinkt, selbstverständlich nur bei Sonnenschein. Ich sah sie am 31. März morgens um 10 Uhr entstehen, nachdem die Tiere schon über eine Stunde gewandert hatten, als durch plötzlich einsetzenden Wind die Temperatur von 28 auf 24 Grad gesunken war.

Die Wanderung.

Wenn die Temperatur über 24 Grad gestiegen ist, beginnt die Wanderung. Ein wandernder Zug bietet einen geradezu faszinierend großartigen Eindruck. Soweit das Auge reicht, ist der Boden bedeckt von den Tieren, alle bewegen sich in genau derselben Richtung, oft viele Tage, ja Wochen hindurch. Kein Hindernis vermag sie in ihrem gradlinigen Marsch abzulenken. Berge werden überklettert, Täler, die quer zur Zugrichtung stehen, durchquert, Felswände werden, jenachdem wie sie im Wege stehen, herauf- oder hinabgeklettert. Die Dichte des Zuges ist an verschiedenen Punkten sehr

wechselnd. Ist der Weg sehr schwierig, z. B. beim Erklettern senkrechter Wände, so stauen sich die Tiere und bedecken dichtgedrängt den Boden.

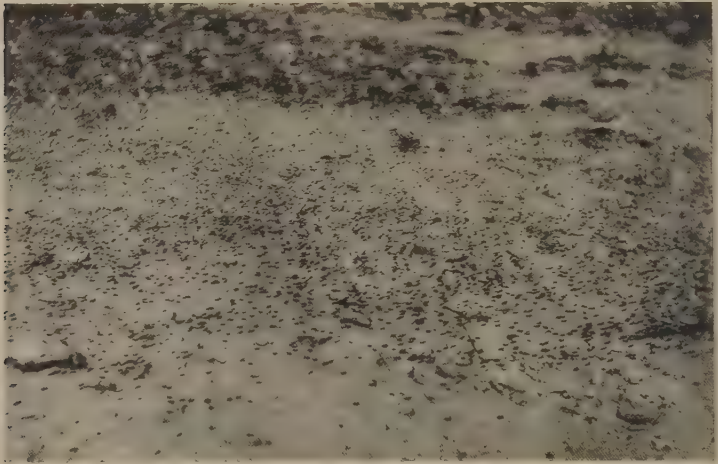


Abb. 16. Wanderung von Larven des 1. und 2. Stadiums. (Phot. Fraenkel)

Im allgemeinen kann man feststellen, daß junge Larven des 1. und 2. Stadiums weniger aneinandergedrängt marschieren als solche des 3. und 4. Stadiums.

Die Tiere sind nicht gleichmäßig über den Boden verteilt, sondern wandern innerhalb des allgemeinen Schwarmes mehr oder weniger dicht-

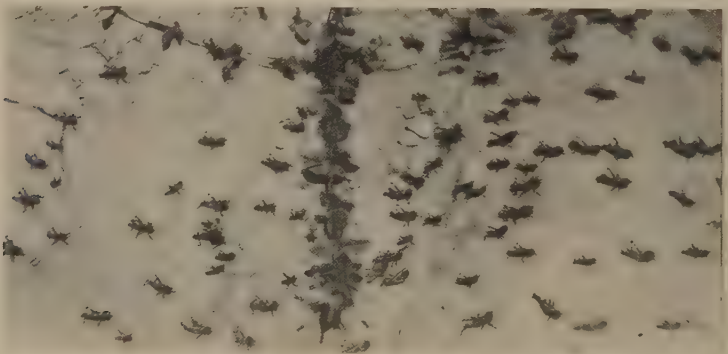


Abb. 17. Wanderung von Larven des 1. und 2. Stadiums. (Phot. Fraenkel)

gedrängt in schmalen mehrere Dezimeter breiten Zügen (vgl. Abb. 18). Diese Züge bevorzugen vegetationsfreien Boden und winden sich in vegetations-

reichem Gelände zwischen den Pflanzen hindurch. In den mehreren dm breiten Zwischenräumen zwischen den Zügen finden sich fast gar keine Tiere.

Im allgemeinen ist die Fortbewegung des ungestörten Zuges kriechend, bei Störung ist sie hüpfend. Nur bei Larven des 1. und 2. Stadiums ist bei hoher Temperatur in den Mittagsstunden die allgemeine Fortbewegung hüpfend.

Die Schnelligkeit der Fortbewegung ist sehr verschieden und hängt ab 1. von der Temperatur, 2. vom Larvenstadium und 3. von der Beschaffenheit des Untergrundes. Die nachfolgende Tabelle mag einen Überblick geben über die Geschwindigkeit, mit der sich Larven verschiedener Stadien bei verschiedenen Temperaturen fortbewegen.

Tabelle 11.

Larvenstadium	Datum	Zeit	Temperatur °C	Bodenbeschaffenheit	1 m wird zurückgelegt in	Fortbewegungsart
1. und 2.	1. 4.	11 ^h	35	eben, steinig	11–22"	kriechend u. hüpfend
1. „ 2.	1. 4.	12 ^h	36	eben, glatt	8–12"	hüpfend
1. „ 2.	1. 4.	14 ^h	25	senkrechte Felswand	80"	kriechend
1. „ 2.	1. 4.	15 ^h	30	eben, steinig,	17–34"	kriechend u. hüpfend
1. „ 2.	1. 4.	16 ^{15^h}	24,5	eben, steinig	38–77"	„ „ „
1. „ 2.	2. 4.	6 ^h	18	„ glatt	74–120"	kriechend
1. „ 2.	2. 4.	7 ^{00^h}	23,5	„ „	26–34"	„
1. „ 2.	2. 4.	9 ^{30^h}	30	„ „	7–10"	hüpfend
3. „ 4.	15. 4.	8 ^{45^h}	30	„ „	9–11"	kriechend
3. „ 4.	17. 4.	6 ^{45^h}	17	„ „	25–30"	„
3. „ 4.	17. 4.	7 ^{30^h}	24	„ „	20"	„
3. „ 4.	17. 4.	11 ^h	35	„ „	10"	„
5.	3. 5.	18 ^{30^h}	33,5	„ „	15"	„
5.	4. 5.	7 ^h	33	„ „	10–15"	„
5.	5. 5.	8 ^h	35	„ „	10"	„

Aus dieser Aufstellung ersieht man die erstaunliche Tatsache, daß das Maximum der Wanderungsgeschwindigkeit für alle Larvenstadien dasselbe ist, nämlich 1 m in ca. 10 Sek. Dieses Maximum wird erreicht bei einer Temperatur von ungefähr 30°. In der Tat findet man Larven von 3 verschiedenen Stadien in der Natur in gleichem Tempo zusammenwandern.

Aus der Tabelle erfährt man wohl etwas über die Geschwindigkeit, mit der sich einzelne Individuen kurze Zeit hindurch bewegen, aber nichts über den Fortgang der Gesamtbewegung ganzer Züge. Ein Individuum bewegt sich ohne Aufenthalt höchstens einige Minuten hindurch. Es macht vielfach halt, sonnt sich auf einem Stein, klettert auf einen Halm. Die wirkliche Fortbewegung eines Zuges kann man nur an der Bewegung der Frontlinie verfolgen (Abb. 19). Die Bekämpfungsmaßnahmen und tech-

nische Schwierigkeiten der Beobachtung machten es unmöglich, das Vorrücken ungestörter Züge längere Zeit hindurch zu beobachten. Über die Vorgänge an der Front konnte ich folgende Beobachtungen anstellen:

Vorrücken auf vegetationslosem Gelände. 18. April 1929,
morgens 9 Uhr. Bodentemperatur 36° .

Ein Larvenzug (3. und 4. Stadium) marschiert am Grund eines Wadis (ausgetrocknetes Bachbett). Der Boden ist von ebenem feinem Sand bedeckt bei Fehlen jeglicher Vegetation. Die Gesamtbreite des Zuges betrug ca. 8 m.

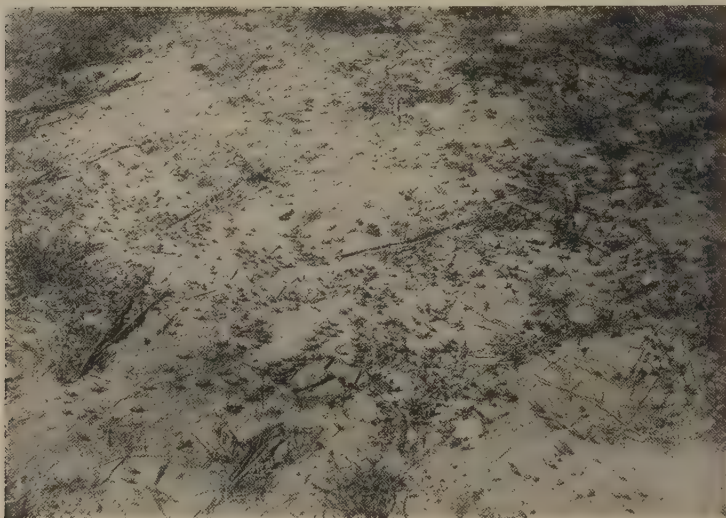


Abb. 18. Wanderung von Larven des 3. und 4. Stadiums. (Phot. Fraenkel.)

Er bestand aus 3—4 schmalen Zügen, die sich fortlaufend vereinigten und wieder trennten. Die Frontlinie wird von den vorrückenden Zügen immer nach vorn ausgebogen, die nachdrängenden füllen von Zeit zu Zeit die Zwischenräume aus und machen die Frontlinie gerade. Die Vorgänge an der Front stellen sich etwa folgendermaßen dar (vgl. Abb. 20): Ein 1 m breiter Zug rückt etwa 2 m vor. Dann bleiben die vordersten Tiere stehen, von rückwärts drängen Tiere nach, die vordersten Tiere biegen seitlich aus und laufen zurück, die nachdrängenden übernehmen die Front. 2 m nebenan gleichzeitig ein ähnlicher Vorgang: Eine Gruppe von Tieren stößt 1 m vor, biegt plötzlich in einem Winkel von 45° seitlich rückwärts ab, sie treffen auf einen benachbarten vorrückenden Zug, schwenken in ihn ein und rücken weiter vor. So findet an der Front eines Larvenzuges ein dauerndes Strömen nach allen Seiten statt, während der ganze Zug dabei langsam vorrückt. Das Individuum legte 1 m in etwa 15 Sek.

zurück, der ganze Zug rückte in 10 Minuten 10 m vor, gewann also 1 m Boden in 1 Minute.

Vorrücken auf Gelände mit spärlicher Vegetation. 18. April 1929, morgens 10—11 Uhr, Lufttemperatur 34°, Bodentemperatur 40°.

Ein ca. 50 m breiter Larvenzug rückt auf völlig ebenem Gelände vor. Der Boden ist mit spärlichem halbvertrockneten Gras bedeckt. Die Frontlinie ist an vielen Stellen von den vorrückenden Zügen ausgebuchtet. Die Tiere an der Front halten sich vielfach an Pflanzen auf, klettern auf

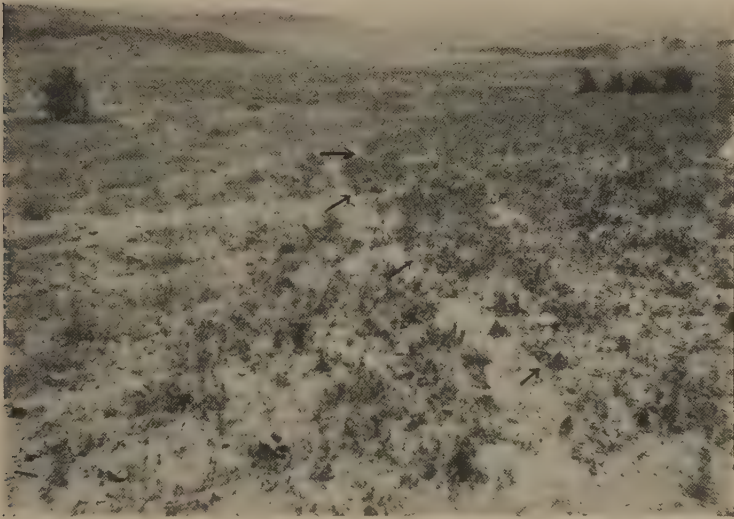


Abb. 19. Vorrückender Schwarm in der Jordanebene. Bewegung von rechts nach links. Die Frontlinie ist mit Pfeilen bezeichnet. (Phot. Fraenkel.)

Halme, fressen, um dann wieder einige Meter vorwärts zu wandern. Die Fortbewegung beträgt

1 m in 10 Sek. für das kriechende Individuum,
62 m in 1 Stunde für den ganzen Zug.

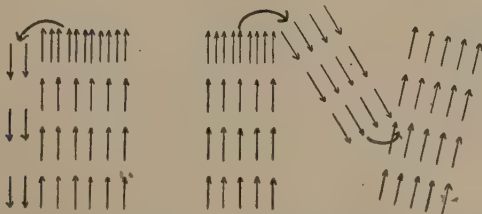


Abb. 20. Vorgänge an der Frontlinie eines vorrückenden Schwarmes. Erklärung im Text.

Nach diesen Beobachtungen beträgt die Tagesmarschleistung eines Zuges bei 6—7 stündiger Wanderung ca. 300—350 m.

Die Mittagsstellungen.

Bei sehr heißen Mittagstemperaturen, wenn die Bodentemperatur 40° erreicht und übersteigt, wird die Wanderung eingestellt. Die Larven nehmen Stellungen ein, die sie dem Einfluß der Sonnenstrahlen möglichst entziehen.

Die Tiere, welche sich auf dem Boden befinden, wenden sich mit ihrem Kopf der Sonne zu (Abb. 21). Die Vorderbeine sind fast völlig gestreckt, die Längsachse des Tieres nimmt mit der Horizontalen einen



Abb. 21. Ruhestellung in den Mittagstunden am Boden mit zu den Sonnenstrahlen parallel orientierter Hauptachse. Im Vordergrund die Zinkwand. Gegen die Sonne photographiert. 3. und 4. Larvenstadium.
(Phot. Fraenkel)

Winkel von ca. 50° ein. Vielfach stützen die Tiere ihre Vorderbeine auf kleine Steinchen oder Pflanzenreste und erreichen so auf bequeme Weise das Ziel ihrer Bemühung, den Vorderkörper möglichst hoch nach oben zu orientieren. In dieser Stellung fällt die Längsachse des Körpers nahezu mit der Richtung der Sonnenstrahlen zusammen. Nur der Vorderteil des Kopfes ist direkt den Sonnenstrahlen ausgesetzt, während die Sonnenstrahlen die Seitenfläche, wenn überhaupt, dann in ganz stumpfem Winkel treffen. Es leuchtet ein, daß Heuschrecken in dieser Stellung zur Sonne die geringstmögliche Menge von strahlender Energie empfangen und aufnehmen. In der Tat zeigten Temperaturmessungen (vgl. S. 456), daß die Körperwärme der Larven in dieser Stellung um $2\text{--}3^{\circ}$ unter der Körperwärme von Larven bleibt, deren Körperachse senkrecht zu den Sonnenstrahlen steht. Ein weiterer Vorteil dieser Stellung ist, daß der Vorderkörper möglichst hoch über den Boden erhoben wird und so wesentlich

niederen Temperaturen ausgesetzt ist, als unmittelbar am Boden herrschen. Bei einer Temperatur am Boden von 50° und der Luft in 1 m Höhe von 40° betrug die Temperatur in 2 cm Höhe über dem Boden nur mehr 43° . Der Eindruck, den die Larven in dieser Stellung bieten, ist der einer Menge kleiner Fernrohre, die alle auf die Sonne gerichtet sind.

Wenn die Larven sich zwischen Vegetation befinden, kriechen sie an den Pflanzen hoch bis zum äußersten Ende der Zweige. Dort angelangt, bringen sie ihre Körperachse in eine Stellung, die möglichst der Richtung der Sonnenstrahlen parallel ist (Abb. 22). In dieser Lage gewinnen sie 2 Vorteile: 1. entrinnen sie so weit als möglich der Wärme, welche der erhitzte Boden ausstrahlt und setzen ihren Körper frei dem

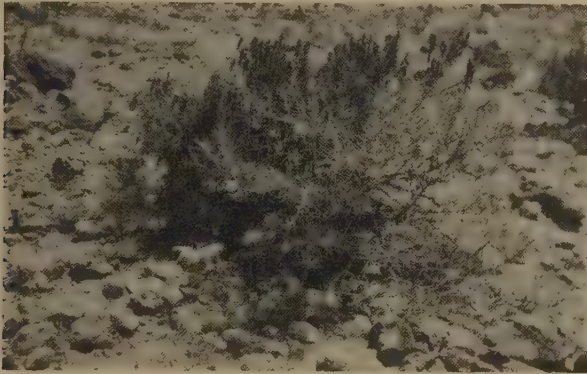


Abb. 22. Orientierung mit zu den Sonnenstrahlen parallelen Längsachsen auf den äußersten Zweigspitzen eines Busches bei sehr heißer Mittagstemperatur. 5. Larvenstadium. (Phot. Fraenkel.)

Winde aus, 2. treffen die Sonnenstrahlen entweder gar nicht oder in sehr spitzem Winkel die Seiten ihres Körpers.

Sind große Steine vorhanden, so sammeln sich viele Larven im Schatten dieser Steine an. Sie kleben dann in senkrechter Orientierung, mit dem Kopf nach oben, auf der Schattenseite der Steine.

Freßansammlungen.

Wenn die größte Mittagshitze vorüber ist, nimmt die Wanderung ihren normalen Fortgang. Man findet in den Nachmittagsstunden, vor allem in der letzten Stunde, in der die Larven noch marschieren, sehr viele fressende Tiere. Das Fressen geschieht gewöhnlich in Gemeinschaft. Stets sind manche Pflanzen dichtbedeckt von fressenden Tieren, während in der Umgebung wenig fressende Tiere angetroffen werden.

Die Abendansammlungen.

Etwa 1 Stunde vor Sonnenuntergang, wenn die Temperatur am Boden unter 26° gesunken ist, bilden sich Ansammlungen an der Sonnen-

seite von Steinen, Gräben, Erdhügeln, die völlig den Ansammlungen morgens nach Sonnenaufgang gleichen. Die Tiere wenden dabei ihre Breitseite der Sonne zu. An kälteren windigen Stellen bilden sich die Ansammlungen zuerst. Da der Wind meist von Westen wehte, waren Sonnenseite und Windseite identisch. Es stellte sich der paradoxe Zustand heraus, daß die Larven, die doch offensichtlich wärmere Stellen aufsuchten, statt dessen vielfach an kältere Orte gelangten. In einer Wiese bilden sich die Ansammlungen nur auf Steinen, und dann vorzugsweise auf dunklen Steinen, welche sich in der Sonne stark erwärmen. Ich beobachtete einmal eine Wiese, in der schwarze und weiße Steine nebeneinander lagen. Die Ansammlungen waren fast ausschließlich auf den schwarzen Steinen. Nur wenn in der Wiese keine Steine liegen, können die Ansammlungen auf dem Boden zwischen den Steinen stattfinden. Die Abendansammlungen unterscheiden sich von den Morgensammlungen vor allem darin, daß sie nicht sämtliche Tiere umfassen. Viele Larven wandern bis Sonnenuntergang, namentlich in freiem Gelände, bei Fehlen von Vegetation, Steinen, bilden sich selten Ansammlungen. Außerdem sitzen um diese Zeit viele Tiere auf Pflanzen und fressen.

Nach Sonnenuntergang.

Nach Sonnenuntergang verschwinden die Ansammlungen schnell. Bei starkem Westwind wandern viele Heuschrecken auf die windgeschützte Ostseite herüber und sammeln sich da an. Ein Teil der Tiere klettert an Pflanzen, um dort zu übernachten, ein kleinerer Teil zerstreut sich am Boden. Die Nacht verbringen sie zerstreut auf Pflanzen und am Boden, So trifft man sie auch in den frühen Morgenstunden. Die Larven des 4. und 5. Stadiums übernachten in Gemeinschaft vorzugsweise an größeren Büschen und Bäumen (*Zizyphus spinae christi*, *Ruta*). Man findet sie dort am frühen Morgen in ungeheuren Mengen dichtgedrängt sitzen (s. Photographie Abb. 12).

Bei sehr warmer Witterung, wenn die Temperatur nicht unter 28° sinkt, findet am Spätnachmittag und nachts keine Unterbrechung der Wanderung statt. Die Abendansammlungen fallen vollkommen aus. Wahrscheinlich wandern die Tiere die ganze Nacht hindurch.

c) Die Imagines.

Untersuchungen an fliegenden Imagines konnte ich mangels Gelegenheit nicht in systematischer Weise anstellen. Es folgen hier einige Gelegenheitsbeobachtungen.

In der ersten Aprilwoche erschienen in Obergailäa in der Umgebung des Hulsees große Schwärme von Imagines. Sie hielten sich einige Tage in der Gegend auf und flogen dann fort, ohne Eier abgelegt zu haben. Am 10. April konnte ich in einer Mandelpflanzung einen kleinen Schwarm zurückgebliebener Tiere beobachten.

15 ^h Lufttemperatur	24°	Bei Annäherung fliegen alle Tiere auf.
15.30 ^h Lufttemperatur	23°	Fast sämtliche Tiere befinden sich in Copula.
Bodentemperatur	27°	Es sitzen immer einige Pärchen dicht zusammen. Bei Annäherung fliegen sie in Copulastellung davon. Die Copula löst sich erst in der Luft.
16 ^h Lufttemperatur	21°	fliegen nur ganz kurz und schlecht.
Bodentemperatur	24°	
16.30 ^h Lufttemperatur	20°	hüpfen bei Annäherung weg und breiten die Flügel aus. Können nicht mehr fliegen.
Bodentemperatur	22°	
17 ^h Lufttemperatur	18°	Kalter Wind. Alle Tiere verkriechen sich zwischen Pflanzen am Boden.
Bodentemperatur	18°	

Aus diesen Freilandbeobachtungen ergibt sich, daß 24° etwa die untere Grenze ist, bei der die Imagines noch fliegen. Zu ähnlichen Resultaten konnte ich schon vorher in Laboratoriumsversuchen kommen.

Schistocerca zeigt wie viele andere Insekten einen ausgezeichneten *Flugreflex*. In die Höhe geworfen breiten sie die Flügel aus und fliegen davon. In mehreren Versuchsserien versuchte ich festzustellen, bei welcher Temperatur der Flugreflex auslösbar ist und kam zu folgender Tabelle:

1. Reihe, 28. März 1929.

	Kein Flugreflex. Fallen zu Boden	Flattern beim Fallen mit den Flügeln, ohne zu fliegen	Guter Flugreflex; fliegen, wenn in die Höhe geworfen
19°	13	2	—
24°	2	5	8
27°	4	2	9
29°	3	—	12
21°	9	4	2
18°	12	3	—

2. Reihe, 29. März 1929.

17°	10	4	1
21°	9	3	3
27°	3	4	8
30°	3	—	12
25°	4	—	11
18°	14	1	—

Aus diesen Versuchen kann man schließen, daß in warmen Nächten Heuschrecken fliegen, wie ja tatsächlich beobachtet ist. Ich traf am 6. Mai 1929 morgens um 4.30^h bei einer Temperatur von 30 Grad frischgeschlüpfte Imagines, die alle bei Annäherung davonflogen.

d) Beobachtungsprotokolle über die Bewegung von Larvenzügen.

Larven des 1. und 2. Stadiums am 1. und 2. April 1929.

1. April 1929.

- | | | |
|--------------------|-----------------------------------|---|
| 11 ^h | Sonne
Boden 35° | Starke Wanderung. 1 m wird in 11—25" zurückgelegt. |
| 12 ^h | Sonne
Boden 36° | 1 m wird in 18—15" zurückgelegt. |
| 15 ^h | Wolken
Luft 24°
Boden 30° | Starke Wanderung. 1 m in wird 17—34" zurückgelegt. |
| 16.15 ^h | Wolken
Luft 22°
Boden 24,5° | Viele Tiere sitzen auf Pflanzen und fressen. Laufen nur mehr in freiem vegetationslosen Gelände. |
| 16.45 ^h | untergehende Sonne
Boden 21° | Sitzen in dichten Ansammlungen auf der Sonnenseite von Steinen. Viele Tiere an Pflanzen. |
| 17 ^h | untergehende Sonne
Boden 20° | Die Ansammlungen verschwinden, die Tiere sammeln sich im Windschatten auf der Ostseite der Steine an. |
| 20 ^h | Boden 19° | Der größte Teil der Tiere sitzt auf Pflanzen, viele finden sich zerstreut auf der Erde. |

2. April 1929.

- | | | |
|-------------------|------------------------|--|
| 6 ^h | Bewölkt
Boden 18° | Fast alle Tiere sitzen an Pflanzen, ziemlich dicht aneinander. Ein kleiner Teil befindet sich am Boden in langsamer Wanderung. 1 m wird in 72—120" zurückgelegt. |
| 7 ^h | Bewölkt
Boden 18,5° | Wenige Tiere an Pflanzen. Ein Teil wandert, ein Teil bildet lose Ansammlungen. |
| 7.20 ^h | Sonne
Boden 22° | Plötzlich erscheint die Sonne. Die Wanderung hört binnen 10 Minuten auf. Kein Tier sitzt mehr an Pflanzen. Alle sind in dichten Ansammlungen an der Sonnenseite von Steinen, Gräben, Gebüsch vereinigt. Jedes Tier sitzt mit der Breitseite zur Sonne. |
| 8 ^h | Sonne
Boden 27° | Die Ansammlungen verschwinden. Die Larven beginnen allerorts zu wandern. |
| 9.30 ^h | Sonne
Boden 30° | Wanderung. 1 m wird in 7—17" zurückgelegt. |

Larven des 3. und 4. Stadiums am 16. und 17. April 1929.

16. April 1929, stets Sonne.

- | | | |
|-----------------|-----------------------|---|
| 12 ^h | Luft 27°
Boden 35° | Wanderung. Keine Einstellung der Wanderung in den Mittagsstunden. |
|-----------------|-----------------------|---|

- 15.30^h Luft 25° Wanderung. An windigen Stellen Ansammlung
Boden 30° an der Sonnenseite von Steinen.
- 16^h Luft 21° Etwa die Hälfte der Tiere wandert, die Hälfte
Boden 27° sitzt in Ansammlungen an der Sonnenseite der
Steine.
- 16.30^h Luft 22,5° Fast sämtliche Tiere sitzen in Ansammlungen.
Boden 25°
- 17^h Luft 21° Die Sonne verschwindet hinter Bergen. Die An-
Boden 22° sammlungen lösen sich. Die Larven zerstreuen
sich auf Pflanzen.
17. April 1929, stets Sonne.
- 6.45^h Luft 16,5° Kalter Ostwind. Die meisten Tiere sitzen auf
Boden 17° Pflanzen. Vereinzelte Ansammlungen an sonnigen
windgeschützten Plätzen. An manchen Plätzen
langsame Wanderung. 1 m. wird in 25—30" zu-
rückgelegt.
- 7.30^h Luft 21° Überall große Ansammlungen in der Sonne. Ein
Boden 24° ganz kleiner Teil der Tiere wandert. 1 m in 20".
- 8^h Luft 23° Die Wanderung wird völlig eingestellt. Kein Tier
Boden 25° befindet sich mehr auf Pflanzen. Alle sind in
Ansammlungen vereinigt.
- 8.30^h Luft 23° Wiederbeginn der Wanderung.
Boden 26,5°
- 9^h Luft 22,5° Die letzten Ansammlungen, die an Felsen waren,
Boden 31° lösen sich. Allgemeine Wanderung.
Felsen 28°
- 12^h Luft 29° Starke Wanderung. Wenige Tiere stellen die
Boden 36° Wanderung ein.
- 13.30^h Luft 34° Sehr heiße windgeschützte Stelle. Ansammlungen
Boden 41° auf den Schattenseiten von Steinen. Am Boden
sitzen die Larven hochaufgerichtet, der Sonne zu-
gewandt, Längsachse des Körpers in der Richtung
der Sonnenstrahlen.
- Larven des 5. Stadiums am 3. und 4. Mai 1929. (Ungewöhnliche Hitze,
„Chamsin“tage.)
3. Mai 1929, Sonne.
- 16—17^h Luft 38° $\frac{3}{4}$ der Tiere wandern, $\frac{1}{4}$ sitzt an Büschen.
- 17.30^h Luft 36° Untergehende Sonne. Keine Ansammlungen.
Boden 38°
- 18^h Luft 34° Die Sonne ist bereits untergegangen, die Wande-
Boden 34° rung geht fort.
- 18.30^h Luft 33,5° Es ist bereits dunkel. Die Wanderung geht fort.
Boden 33,5 1 m wird in 15" zurückgelegt. Die Tiere fressen
im Dunkeln, die frischgeschlüpften Imagines fli egen

4. Mai 1929, stets Sonne.

- | | | |
|-------------------|-----------|---|
| 5.30 ^h | Luft 27° | Die Sonne geht auf. Die Tiere wandern. Viele fressen auf Büschen. |
| | Boden 27° | |
| 6 ^h | Luft 30° | Wanderung. Ganz wenige Tiere sitzen in der Sonne, die Breitseite der Sonne zugewandt. Es kommt zu ganz vorübergehenden dünnen Ansammlungen. |
| | Boden 32° | |
| 7 ^h | Luft 33° | Wanderung. 1 m wird in 10—15" zurückgelegt. |
| | Boden 36° | |
| 14 ^h | Luft 42° | Alle Tiere befinden sich auf Büschen, an den obersten Zweigspitzen, der Körper in der Richtung der Sonnenstrahlen. |
| | Boden 51° | |

e) Stundenplan der wandernden Heuschreckenlarven.

A. Vor Sonnenaufgang.

5—6^h Bodentemperatur 17—20°.

Alle Tiere befinden sich an Pflanzen, meistens an Sträuchern. Ein kleiner Teil befindet sich in langsamer Wanderung.

B. Nach Sonnenaufgang.

6—8.30^h Bodentemperatur 20—26°.

Die Wanderung wird beschleunigt. Wenn die Temperatur auf etwa 20° gestiegen ist, sammeln sich die Tiere an warmen sonnigen Plätzen in dichten Ansammlungen an. Sie drehen ihre Breitseite der Sonne zu. Die Wanderung wird völlig eingestellt. Kein Tier befindet sich mehr an Pflanzen.

8—16^h Bodentemperatur 27—37°.

Wenn die Temperatur über 27° gestiegen ist, beginnt die reguläre Wanderung, die bis zum Spätnachmittag dauert.

12—14^h Bodentemperaturen 40—50°.

Wenn die Temperatur am Boden in der Mittagssonne 40° überschreitet, wird die Wanderung eingestellt. Die Tiere orientieren ihren Körper genau in der Richtung der Sonnenstrahlen und bieten so den Sonnenstrahlen die geringstmögliche Bestrahlungsfläche. Ein Teil klettert auf Pflanzen bis in die äußersten Zweigspitzen und entzieht sich so der strahlenden Wärme des Bodens.

15—16^h Bodentemperaturen 27—40°.

Viele Tiere befinden sich auf Pflanzen und fressen.

16—17.30^h Bodentemperatur 27—20°.

Die Tiere sammeln sich in der nämlichen Weise wie morgens in dichten Ansammlungen an warmen Plätzen in der Sonne an.

C. Nach Sonnenuntergang.

Bodentemperaturen unter 20°.

Die Tiere zerstreuen sich und begeben sich auf Pflanzen zur Übernachtung.

D. Nachts.

Die Tiere sitzen an Pflanzen, vornehmlich Gebüsch. Ein kleiner Teil übernachtet am Boden.

Die jeweiligen Reaktionen sind nicht an die Tageszeit gebunden, sondern ausschließlich an die Temperatur. Sie finden nicht statt, wenn die notwendige Temperatur nicht erreicht oder überschritten ist. Die Sonnenansammlungen können auch zu anderen Tageszeiten als morgens und abends stattfinden (selbstverständlich nur bei Sonnenschein). Die Wanderung geht in warmen Nächten fort und unterbleibt an kalten Tagen.

E. Aktivitätsstudien II.

Versuche im Laboratorium, auch die vitalen Grenzen umfassend.

Von F. S. Bodenheimer.

a) Zur Methodik.

Schon seit zwei Jahren befindet sich in meinem Laboratorium eine Laboratoriumstechnik zur Erfassung der Aktivität und der vitalen Grenzen in Ausarbeitung, die bereits an einem umfangreichen Material erprobt ist. Wir erwärmen im Sandbad die in genügend großen Gläsern befindlichen Insekten langsam bis zu ihrem Tode. Die Erwärmung geschieht langsam, etwa 10°C in der Stunde. Eine zweite Serie wird von der Ausgangstemperatur aus langsam abgekühlt bis zur völligen Kältestarre. Auf dieser Skala von Kältestarre bis Wärmetod unterschieden wir zunächst nur 4,

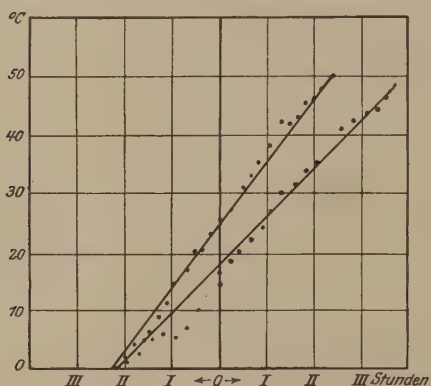


Abb. 23.

Typischer Temperaturverlauf in zwei Aktivitätsversuchen.

später 6 Fixpunkte. Heute unterscheiden wir deren im ganzen 8, und zwar bedeutet:

Stufe 1: Beginn der Kältestarre.

Stufe 2: Nur leichte Bewegungen von Antennen und Gliedmaßen finden noch statt.

Stufe 3: Die Tiere kriechen mit Unterbrechungen.

Stufe 4: Normale Aktivität.

Stufe 5: Starke Aktivität.

Stufe 6: Höchste Erregung.

Stufe 7: Beginn der Wärmeparalyse.

Stufe 8: Wärmetod.

Nach einiger Übung lassen sich alle diese Stufen mit genügender Genauigkeit auseinanderhalten. Tiere verschiedener zoogeographischer oder ökologischer Komponenten geben zumeist konstante und deutlich unterschiedene Werte. Wenn die so erhaltenen Werte vielleicht auch physiologisch zu grob erfaßt sind, so sind sie jedenfalls für ökologische Untersuchungen gut verwendbar. Der Verlauf einer solchen Versuchsserie ist aus Abb. 23 im einzelnen zu erkennen.

b) Die Aktivitätsskala der einzelnen Stadien.

Da die Methodik neu ist, so lassen wir die Listen für die einzelnen Stadien folgen, um auch über die Variationsbreite einen genügenden Begriff zu geben.

Tabelle 12. Aktivitätsversuche mit *Schistocerca gregaria* Forsk.1. *Schistocerca gregaria* ♂. (Eiablegende Generation März 1929.)

Aktivitäts- stufen }	Temperatur ° C								Datum		Nr.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
	1	← 3	—	← 14,5; 16,5 →	27,5 → (35) →	—	—	52,5	25. III. 29	B 3	1
	1	← 3	—	← 14,5; 16,5 →	27,5 → (35) →	—	—	51,5	"	B 4	2
	8,5	—	15,5	← 15,5; 23,5 →	30,5 →	51	—	53	26. III. 29	B 8	3
	6,5	—	—	← 15,5 →	23,5 →	40,5 →	—	49,5	"	B 9	4
	2	← 10,5	← 17; 18 →	27,5 →	35,5 →	—	—	48,5	28. III. 29	B14	5
	6,5	← 11,5	—	← 17; 18 →	27,5 →	41,5 →	—	47	"	B15	6
	1,5	← 10,5	← 18,5; 19,5 →	—	—	—	—	45,5	29. III. 29	B20	7
	—	—	← 18,5; 19,5 →	—	35,5 →	45,5 →	—	49,5	"	B21	8
	3	← 14	20	← 18,5	33,5 →	44 →	—	50	31. III. 29	B26	9
	6,5	← 12	20	← 18; 33,5 →	42,5 →	—	—	49,5	"	B27	10
	9,5	← 15,5	19,5	← 19,5; 22,5 →	38,5 →	45,5 →	—	52	1. IV. 29	B29	11
	2,5	← 9,5	—	← 19,5	38,5 →	—	—	55	"	B30	12
	9	← 14,5	← 19	19	← 34,5 →	41,5 →	—	52	2. IV. 29	B33	13
	4	← 6	—	← 19	31,5 →	40 →	—	51	"	B34	14
	4	← 14,5	← 15,5; 12 →	← 19; 22 →	27 →	41,5 →	—	48,5	"	B35	15
	0,5	← 15	← 19	20,5	33	42	—	50,5	"	B36	16
	2,5	← 7	—	← 19	32	41	—	49,5	3. IV. 29	B37	17
	10,5	← 16	—	← 19	32	41	—	51	"	B38	18
	5	← 5,5	—	← 19	32	37,5 →	—	50	"	B39	19
	2	← 5	← 12,5	← 17,5; 19,5 →	31,5 →	40 →	—	50	"	B40	20
	2	← 5,5	—	← 22	34,5 →	40 →	—	53,5	"	B41	21
	2	← 8,5	—	← 21; 22	34,5 →	39 →	—	50	"	B42	22
	13,5	← 17,5	—	← 21,5; 22	34,5 →	39 →	—	53	4. IV. 29	B43	23
	2,5	← 7	—	← 19,5; 23,5 →	34,5 →	43,5 →	—	50	"	B44	24
Durchschnitt	4,9	10,5	18,0	20,1	32,6	41,8	—	50,5			

2. *Schistocerca gregaria* ♀. (Eiablegende Generation März 1929.)

	1	← 3	—	← 14,5; 16,5 →	27,5 →	(35) →	—	51,5	25. III. 29	B 3	1
	1,5	← 1	—	← 14,5; 16,5 →	27,5 →	(35) →	49	→ 51,5	"	B 4	2
	6,5	← 8,5	15,5	→ ← 15,5; 20,5 →	30,5 →	—	49,5 →	51	26. III. 29	B 8	3
	3,5	—	—	← 15,5	→ 23,5 →	40,5 →	46	→ 49,5	"	B 9	4
	2	← 6,5	18	→ ← 17; 27,5 →	35,5 →	45	→ 49,5 →	50,5	28. III. 29	B14	5
	6,5	← 10,5	18,5	→ ← 17; 23,5 →	27,5 →	41,5 →	47	→ 49	"	B15	6
	0,5	← 7,5	—	← 18,5; 19,5 →	35,5 →	—	44,5 →	50,5	29. III. 29	B20	7
	5,5	—	19,5	→ ← 18,5; 26,5 →	35,5 →	46,5 →	48,5 →	49,5	"	B21	8
	3	← 14	20	→ ← 18,5	38,5 →	44	→ 50	→ 51	31. III. 29	B26	9
	5,5	← 6,5	20	→ ← 18; 33,5 →	42	→	44	→ 46,5	"	B27	10
	5,5	← 9,5	19,5	→ ← 19,5; 22,5 →	35,5 →	43,5 →	—	50,5	1. IV. 29	B29	11
	1,5	4,5	—	← 19,5; 19,5 →	40,5 →	45,5 →	50,5 →	53,5	"	B30	12
	9	← 14,5	← 19	→ 22	→	—	40	→ 50	2. IV. 29	B33	13
	7	← 4	—	← 19; 19	→ 31,5 →	40	→	50	"	B34	14
	9	← 15,5	← 17,5	← 19; 19	→ 27	→ 41,5 →	42	→ 48,5	"	B35	15
	6,5	—	← 19; 20,5 →	28,5	33	→ 42	→ 49,5 →	51,5	"	B36	16
	2,5	← 7	—	← 19; 19	→ 36	→ 41	→ 47,5 →	48,5	3. IV. 29	B37	17
	1	← 16	← 19	19	→ 32	→ 41	→ 48	→ 50	"	B38	18
	5,5	← 7	—	← 19; 19	→ 32	→ 37,5 →	47,5 →	49	"	B39	19
	1,5	← 2	19,5	→ ← 17,5; 29	→ 31,5 →	40	→ 49	→ 50	"	B40	20
	2	← 5	—	← 22; 22	→ 34,5 →	40	→ 49,5 →	50,5	"	B41	21
	2	← 4	—	← 22; 22	→ 34,5 →	39	→	49	"	B42	22
	1	← 2,5	← 4,5	← 21,5; 22	→ 34,5 →	39	→ 49	→ 52,5	4. IV. 29	B43	23
	2,5	← 6,5	← 7	← 15,5; 23,5 →	34,5 →	42,5 →	48,5 →	50	"	B44	24
Durchschnitt	5,8	7,7	18,6	20,3	30,0	41,5	47,7	50,1			

3. 1. Larvenstadium. *Schistocerca gregaria*.

Aktivitätsstufen	Temperaturen ° C								Datum		Nr.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
	5	← 10	← 14,5; 16,5 →	20,5 →	—	41 →	—	46,5	25. III. 29	B 1	1
	5	—	← 14,5; 16,5 →	16,5 →	—	41 →	—	47,5	"	"	3
	5	—	← 14,5	16,5 →	—	42,5 →	—	48	"	"	4
	5	—	← 14,5	18,5 →	—	42,5 →	—	48	"	"	5
	5	—	← 14,5	16,5 →	—	43,5 →	—	48	"	"	6
	5,5	—	← 14,5	28	→ 34,5 →	40 →	—	44,5	"	B 2	7
	5,5	—	← 14,5	29,5 →	34,5 →	40 →	—	46,5	"	"	8
	5,5	—	← 14,5	29,5 →	34,5 →	40 →	—	47,5	"	"	9
	5,5	—	← 14,5	33	→ 34,5 →	40 →	—	48,5	"	"	10
	5,5	—	← 16,5	14,5 →	34,5 →	44,5 →	—	48,5	"	"	11
	2,5	← 8,5	← 15,5	15,5 →	—	40 →	—	49	26. III. 29	B10	12
	6,5	← 8,5	← 15,5	← 15,5; 24,5 →	—	40 →	—	49	"	"	13
	6,5	—	← 15,5	← 15,5; 23,5 →	—	40 →	—	49	"	"	14
	6,5	—	← 15,5 →	23,5 →	—	40 →	—	49	"	"	15
	6,5	—	← 15,5	23,5 →	—	40 →	—	49	"	"	16
	4,5	← 7,5	← 12,5; 18,5 →	28,5 →	—	39,5 →	—	48,5	"	B11	17
	2	← 4,5	← 12,5; 21,5 →	28,5 →	—	39,5 →	—	48,5	"	"	18
	4,5	—	← 12,5; 18,5 →	28,5 →	—	44,5 →	—	48,5	"	"	19
	4,5	—	← 12,5; 18,5 →	—	—	44,5 →	—	48,5	"	"	20
	5,5	—	← 12,5; 18,5 →	—	—	44,5 →	—	48,5	"	"	21
	3	← 5,5	← 13; 17 →	23 →	—	35 →	—	49	"	B12	22
	—	—	← 13; 17 →	23 →	—	35 →	—	49	"	"	23
	—	—	← 13; 17 →	23 →	—	35 →	—	49	"	"	24
	6,5	← 10,5	18,5	← 17; 23,5 →	35,5 →	43,5 →	—	48	28. III. 29	B16	25
	3,5	← 6,5	—	← 17; 18,5 →	35,5 →	43,5 →	—	48	"	"	26
	6,5	—	—	← 17; 13,5 →	35,5 →	43,5 →	—	48	"	"	27
	6,5	—	← 14	← 17; 18,5 →	35,5 →	—	—	48	"	"	28
	6,5	—	← 17	18,5 →	35,5 →	—	—	48	"	"	29
	2,5	← 2,5	← 16,5; 19,5 →	34,5 →	38,5 →	—	—	45,5	"	B17	30
	2,5	← 25; 19,5 →	← 16,5	37,5 →	38,5 →	—	—	45,5	"	"	31
	1,5	19,5 →	← 16,5	34,5 →	38,5 →	—	—	45,5	"	"	32
	1,5	19,5 →	← 16,5; 26,5 →	34,5 →	40 →	—	—	45,5	"	"	33
	1,5	19,5 →	26,5 →	← 16,5; 23,5 →	40 →	—	—	45,5	"	"	34
	8	9,5 →	—	← 16,5; 21 →	27,5 →	41,5 →	—	47,5	"	B18	35
	2	8 →	—	← 16,5; 22 →	41 →	41,5 →	—	47,5	"	"	36
	8	9,5 →	← 16,5	21 →	41 →	41,5 →	—	47,5	"	"	37
	3	—	—	← 16,5; 21 →	34,5 →	41,5 →	—	44	"	B19	38
	3	← 5,5	—	← 16,5	34,5 →	43 →	—	48	"	"	39
	3	← 5,5	—	← 16,5	34,5 →	44,5 →	—	48	"	"	40
	5,5	← 7,5	19,5 →	← 18,5	39,5 →	46,5 →	—	49	29. III. 29	B22	41
	5,5	← 7,5	19,5 →	← 18,5	39,5 →	46,5 →	—	47,5	"	"	42
	5,5	← 7,5	19,5 →	← 18,5; 30,5 →	39,5 →	46,5 →	—	47,5	"	"	43
	7,5	—	← 18,5; 19,5 →	30,5 →	44,5 →	—	—	46,5	"	"	44
	7,5	—	← 18,5; 19,5 →	30,5 →	44,5 →	—	—	46,5	"	"	45
	3,5	—	← 10; 19,5 →	← 17	35,5 →	40,5 →	—	45,5	"	B23	46
	3,5	—	← 10; 19,5 →	← 17	35,5 →	40,5 →	—	45,5	"	"	47
	3,5	—	← 17; 19,5 →	—	35,5 →	40,5 →	—	46	"	"	48
	3,5	—	← 17; 19,5 →	—	—	42,5 →	—	48,5	"	"	49
	1,5	← 3,5	← 17; 19,5 →	—	—	43,5 →	—	48,5	"	"	50
	10,5	—	—	← 17,5; 19,5 →	—	38,5 →	—	47	"	B24	51
	4	← 6,5	19,5	← 17,5; 22,5 →	29,5 →	38,5 →	—	47	"	"	52
	4	← 6,5	← 17,5; 19,5 →	—	—	44	—	47	"	"	53
	4,5	← 6,5	19,5 →	← 17,5	29,5 →	43	—	46,5	"	B25	54
	4	← 6,5	19,5 →	← 17,5	29,5 →	43	—	46,5	"	"	55
	1,5	← 3,5	← 6,5; 19,5 →	← 17,5	—	—	—	45,5	"	"	56
Durchschnitt	4,26	8,19	16,92	21,74	36,25	41,51	—	47,43			

4. Aktivität des 2. Larvenstadiums.

Aktivitäts- stufe }	Temperatur ° C								Datum		Nr.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
	11,5	← 13,5	← 14,5	← 20; 21,5	→ 36,5	—	48,5	→ 49,5	5. IV. 29	B 45	1
	11,5	← 15,5	← 20	21,5	→ 36,5	→	52	→ 53	"	"	2
	11,5	—	← 20	25,5	→ 40,5	→ 47	→	48,5	"	"	3
	11,5	—	← 20	21,5	→	41,5	→ 52	→ 53	"	"	4
	11,5	—	← 20	21,5	→	47	→	53	"	"	5
	9,5	← 10,5	← 21; 22	→ 35,5	→ 40,5	→ 43,5	→ 50,5	→ 52,5	"	B 46	6
	9,5	← 10,5	← 21; 22	→ 35,5	→ 40,5	→ 46,5	→	53	"	"	7
	9,5	—	← 21; 22	→ 35,5	→ 40,5	→ 46,5	→	53	"	"	8
	9,5	—	← 21; 22	→ 35,5	→ 40,5	→ 46,5	→ 53	→ 54	"	"	9
	9,5	—	← 21; 22	→ 35,5	→ 40,5	→ 46,5	→ 53	→ 54	"	"	10
	5	—	← 18; 17,5	→ 33,5	→ 43,5	→	45	← 48	7. IV. 29	B 47	11
	5	—	← 18; 17,5	→ 33,5	→ 43,5	→ 47	→ 52	→ 53	"	"	12
	5	—	← 18; 17,5	→ 38,5	→ 43,5	→ 47	→ 53	→ 55	"	"	13
	5	—	← 18; 17,5	→ 41	→ 43,5	→ 47	→ 53	→ 55	"	"	14
	5	—	← 18; 17,5	→ 41	→ 43,5	→ 47	→ 54	→ 55	"	"	15
	5,5	—	← 17; 19	→ 38	→ 44	→ 49	→	53	"	B 48	16
	5,5	—	← 17; 19	→ 38	→ 44	→ 49	→	53	"	"	17
	5,5	—	← 17; 19	→ 35	→ 44	→ 51	→ 53	→ 54,5	"	"	18
	5,5	—	← 17; 19	→ 35	→ 44	→ 51	→	54,5	"	"	19
	3	← 4	← 17; 19	→ 39	→ 44	→ 51	→	54,5	"	"	20
	10	—	← 11,5	← 20; 20	→ 36,5	→ 44,5	→	51	19. IV. 29	B 51	21
	2,5	← 10	—	← 20; 20	→	44,5	→	51	"	"	22
	2,5	← 10	—	← 20; 20	→	44,5	→	51	"	"	23
	5,8	← 10	20	→ 20; 25	→	44,5	→	51	"	"	24
	10	—	20	→ 20	—	44,5	→	51	"	"	25
	0,5	—	← 6; 21,5	→ 18,5; 24,5	→ 38	→ 43,5	→	51	"	B 53	26
	2,5	← 4,5	← 6; 21,5	→ 18,5; 24,5	→ 38	→ 51	→	51	"	"	27
	4,5	—	← 6; 21,5	→ 18,5; 26	→ 38	→ 51	→ 51	→ 53	"	"	28
	4,5	—	← 6; 21,5	→ 18,5; 26	→ 43,5	→ 51	→	53	"	"	29
	4,5	—	← 6; 21,5	→ 18,5; 26	→	51	→	53	"	"	30
	3,5	—	—	← 18; 20,5	→ 31	→ 42,5	→	50	"	B 54	31
	3,5	—	—	← 18; 20,5	→ 31	→ 42,5	→	50	"	"	32
	1,5	—	20,5	← 18; 27	→ 31	→ 42,5	→ 50	→ 51	"	"	33
Durchschnitt	6,4	9,8	18,0	25,9	40,0	46,9	51,4	52,3			

5. *Schistocerca gregaria*. 3. Larvenstadium.

Aktivitäts- stufen }	Temperatur ° C								Datum		Nr.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
	2,5	←3,5	←12,5; 21→	←19,5	→42	→46,5→	48,5→	49,5	17. IV. 29	B 49	1
	2,5	←5,5	←12,5	←19,5; 21	→42	→46,5→	48,5→	49,5	"	"	2
	5,5	—	←12,5	←19,5; 21	→41	→46,5→	49,5→	50,5	"	"	3
	5,5	—	←12,5	←19,5; 21	→41	→46,5→	—	50,5	"	"	4
	5,5	—	←9	←19,5; 21	→41	→46,5→	—	50,5	"	"	5
	7,5	—	←15,5; 21	←19,5	—	—	42→	47,5	"	B 50	6
	6,5	—	←15,5	←19,5; 21	→40	→45→	—	52	"	"	7
	2,5	←2,5	←14	←19,5; 21	→41	→45→	—	52	"	"	8
	2,5	←2,5	←14	←19,5; 21	→42	→45→	—	52	"	"	9
	2,5	—	←14	←19,5; 21	→42	→45→	52→	53	"	"	10
	2,5	—	←13,5	←20	→40,5→	41→	—	48	19. IV. 29	B 52	11
	4	←6	—	←20	→40,5→	41→	48→	49	"	"	12
	3	←4	—	←20	→40,5→	41→	49→	51	"	"	13
	3	←4	—	←20	→40,5→	41→	49→	51	"	"	14
	2,5	←4	—	←20	→40,0→	41→	50→	51	"	"	15
	7,5	—	←14,5	15	→35	→44→	—	48	22. IV. 29	B 55	16
	7,5	—	←14,5	15	→35	→44→	—	48	"	"	17
	7,5	—	←14,5; 15→	26,5	→35	→44→	—	48	"	"	18
	0,5	←5,5	←14,5; 15→	26,5	→35	→44→	—	48	"	"	19
	0,5	—	←14,5; 15→	26,5	→35	→	—	48	"	"	20
	3	—	←12,5; 15→	←14,5; 27	→36,5→	44,5→	46,5→	47,5	"	B 56	21
	3	—	←12,5; 15→	←14,5; 27	→36,5→	44,5→	—	51	"	"	22
	3	—	←12,5; 15→	←14,5; 34,5→	40	→44,5→	—	51	"	"	23
	1,5	—	←10,5; 15→	←14,5; 36,5→	40	→44,5→	51→	52	"	"	24
	1,5	—	15	←14,5; 36,5→	40	→44,5→	—	52	"	"	25
	4	—	←17,5	17,5	→	36→	—	49	23. IV. 29	B 59	26
	4	—	←17,5	→23	→	36→	49→	49	"	"	27
	4	—	←17,5	→28	→	36→	49→	50	"	"	28
	2,5	←3,5	←17,5	→	—	41,5→	—	51,5	"	"	29
	1	←3	←17,5	→20	→	40→	—	50	27. IV. 29	B 62	30
	1	←3	←17,5; 20→	—	—	40→	50→	51	"	"	31
	1	←3	←17,5	→20	→	40→	51→	52	"	"	32
	1	←3	←17,5; 20→	—	—	40→	51→	52	"	"	33
	1	←3	←17,5; 20→	—	—	40→	—	52	"	"	34
	2,5	—	—	←17; 20	→34,5→	40→	49→	50	"	B 64	35
	2,5	—	—	←17; 20	→34,5→	40→	—	50	"	"	36
	2,5	—	←6	←17; 20	→34,5→	40→	—	50	"	"	37
	2,5	—	←14; 20→	←17; 27,5	→34,5→	40→	—	52	"	"	38
	2,5	—	←14; 20→	←17; 27	→34,5→	40→	—	52	"	"	39
	3,5	←7,5	—	←17,5; 20	→26,5→	38→	51→	52	"	B 67	40
	3,5	←7,5	←11	←17,5; 20	→26,5→	38→	—	51	"	"	41
	—	—	←17,5; 20→	—	→26,5→	38→	—	50	"	"	42
	2,5	—	—	←17,5; 20	→36,5→	39,5→	52→	53	"	B 68	43
	6	←7,5	←8,5	←17,5; 20	→38→	39,5→	—	52	"	"	44
Durchschnitt	3,3	4,3	15,3	28,7	37,0	41,8	49,3	50,4	—	—	—

6. 4. Larvenstadium.

Aktivitäts- stufen	Temperatur °C.								Datum		Nr.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
7,5	—	← 14; 15 →	26,5	→	—	44,5	→	51	22. IV. 29	B 57	1
4,5	—	← 14; 15 →	26,5	→	—	44,5	→	51	"	"	2
4,5	—	← 14; 15 →	26,5	→	—	44,5	→	51	"	"	3
3	← 4,5	← 14; 15 →	26,5	→	—	44,5	→ 51	53	"	"	4
1	← 4,5	← 14; 15 →	26,5	→	—	44,5	→ 51	53	"	"	5
8,5	—	← 17; 17,5 →	35,5	→	—	39	→ 45,5	49,5	23. IV. 29	B 60	6
8,5	—	← 17; 17,5 →	35,5	→	—	42,5	→ 51,5	52,5	"	"	7
4	← 5	← 17; 17,5 →	—	35,5	→	42,5	→	52,5	"	"	8
2	—	← 17; 17,5 →	—	35,5	→	42,5	→ 52,5	52,5	"	"	9
2,5	← 4,5	← 17; 17,5 →	26	→ 39	→	42	→ 48	49	"	B 61	10
4,5	—	← 17; 17,5 →	26	→	—	42	→	49,5	"	"	11
7	—	← 17; 17,5 →	26	→	—	42	→	49,5	"	"	12
4,5	7	← 17; 17,5 →	35,5	→	—	42	→	50,5	"	"	13
15	—	← 20	← 17,5; 31,5	→ 40	→	45	→ 53,5	54	27. IV. 29	B 63	14
10	—	← 17,5; 20	31,5	→ 45	→	45	→	53,5	"	"	15
12,5	—	← 17,5; 20	37	→	—	45	→ 47,5	52	"	"	16
3	← 5,5	—	← 19,5; 22	→ 36,5	→	41,5	→ 50	51	28. IV. 29	B 69	17
2	← 5,5	22	← 19,5; 31	→	—	44	→	51	"	"	18
— 0,5	← 0	—	← 19,5; 20	→ 41	→	44	→ 50	51	29. IV. 29	B 70	19
		20	→ 26	→ 43	→	44	→ 51	52	"	"	20

Durchschnitt (5,74), 4,56 | 16,78 | 26,91 | 39,19 | 43,27 | 49,14 | 51,35

4,64

bei Anschluß $2 \times 15^\circ$ 2. *Schistocerca gregaria*. 5. Larvenstadium.

5	← 6,5	—	← 25; 25,5 →	42,5	→ 45,5	→	50	7. V. 29	B 75	1
6,5	—	—	← 25; 25,5 →	—	46	→	50	"	"	2
6,5	—	—	← 25; 35,5 →	42,5	→	43	→ 50	"	"	3
7	← 8	← 25,5 →	25; 27,5	→ 42,5	→ 43	→	49	"	B 76	4
7	← 10,5	← 25; 25,5 →	27,5	→ 42,5	→ 43	→	49	"	"	5
(14)	—	← 25; 25,5 →	27,5	→ 42,5	→ 43	→	49	"	"	6
4	← 5	← 9,5	← 25; 25,5 →	—	42,5	→	49	"	B 77	7
4	← 5	—	← 25; 25,5 →	38,5	→ 42,5	→	53	"	"	8
6	← 7	—	← 25; 25,5 →	—	42,5	→	53	"	"	9
2,5	← 6,5	28,5	← 25; —	45	→ 46,5	→	51,5	"	B 78	10
4	← 6,5	← 8; 28,5 →	25	41	→ 46,5	→ 52	53	"	"	11
5	—	← 6,5; 28,5 →	25; 42,5	→	—	45	→ 50	8. V. 29	"	12
7	← 9	—	← 24,5	→ 26,5	→ 44	→	49	"	B 79	13
5	← 9	—	← 24,5; 26,5 →	29	→ 44	→ 50	51	"	"	14
5	← 10	—	← 24,5; 26,5 →	29	→ 44	→ 51	53	"	"	15
3	← 4	—	← 24,5; 26,5 →	29	→ 49	→ 51	52	"	B 80	16
3	← 4	—	← 24,5; 26,5 →	—	—	—	(29)	"	"	17
9	← 11	—	← 24,5; 26,5 →	44	→ 49	→ 51	53	"	"	18
6,5	← 8,5	—	← 24,5; 26,5 →	33	→ 47	→	51	"	B 81	19
4	—	—	← 24,5; 26,5 →	—	—	44	→ 49	"	"	20
6,5	← 9,5	26,5	← 24,5; 33	→ 44	→ 47	→ 53	54,5	"	"	21
4	← 6,5	← 8,5; 26,5	← 24,5; 28,5	→ 31,5	→ 46	→ 50	51	"	B 82	22
3	← 9,5	← 15,5	← 24,5; 26,5	→ 31,5	→ 46	→ 50	51	"	"	23
4	← 9,5	← 24,5	26,5	→ 31,5	→ 46	→ 50	52	"	"	24

Durchschnitt 4,46, 7,63 | 20,71 | 26,00 | 36,44 | 45,30 | 49,16 | 51,00

8. *Schistocerca gregaria* ♀. (Frisch geschlüpft, Mai 1929.)

Aktivitäts- stufen }	Temperatur ° C								Datum		Nr.	
	1	2	3	4	5	6	7	8				
	6,5	—	—	← 23; 27 →	32	→ 46 →	—	52	9. V. 29	B 83	1	
	8	← 15,5	← 18	← 23; 27 →	31	→ 46 →	50 →	52	„	B 84	2	
	6	← 11,5	27	23;	30	→ 44,5 →	49 →	51	„	B 85	3	
	2,5	← 9,5	← 22	→ 23,5; 26 →	36	→ 49 →	53 →	54	10. V. 29	B 87	4	
	2,5	← 4,5	—	← 23,5; 26 →	36	→ 45 →	53 →	55	„	B 88	4	
	2,5	← 7	← 23,5; 26 →	31,5	→	36	→ 46,5 →	49 →	50	„	B 89	6
	4	← 8	—	← 23; 25 →	28	→ 42,5 →	51,5 →	52,5	13. V. 29	B 91	7	
	2,5	← 5	—	← 23; 25 →	31	→ 39 →	48,5 →	51	„	B 92	8	
	7	← 9	← 23	25	→	28	→ 39 →	—	52,5	„	B 93	9
	2	← 3	← 10	← 18,5; 28 →	← 25; 36,5 →	45,5 →	—	51,5	14. V. 29	B 94	10	
	4	← 7	← 10	← 25; 28 →	31	→ 44 →	50	51	„	B 95	11	
Durch- schnitt . .	4,2	19,9	19,9	24,5	31,7	44,3	50,5	52				

9. *Schistocerca gregaria* ♂. (Frisch geschlüpft, Mai 1929.)

	8	—	—	← 23; 27 →	32	→ 46 →	54 →	55	9. V. 29	B 83	1	
	4	← 15,5	—	← 23; 27 →	31	→ 46 →	—	50	„	B 84	2	
	3	← 3,5	← 5,5; 27 →	← 23; —	30	→ 44,5 →	—	49	„	B 85	3	
	7	← 11	← 22; 26 →	← 23,5; 31,5 →	36	→ 46,5 →	53 →	54	10. V. 29	B 87	4	
	2,5	← 4,5	—	← 23,5; 26 →	34,5	→ 45 →	55,5 →	56,5	„	B 88	5	
	2,5	← 7	← 23,5	26	→	36	→ 45 →	48 →	49	„	B 89	6
	4	← 9	← 19	← 23; 25 →	28	→ 42 →	51,5 →	53,5	13. V. 29	B 91	7	
	4	← 5	—	← 23; 25 →	28	→ 39 →	48,5 →	50	„	B 92	8	
	2	← 9	← 19	← 23; 25 →	28	→ 39 →	52,5 →	53,5	„	B 93	9	
	2	← 6	28	→ 18,5; 36,5 →	← 25; 38,5 →	45,5 →	51,5 →	52,5	14. V. 29	B 94	10	
	7	← 10	—	← 25; 28 →	31	→ 42,5 →	51 →	52,5	„	B 95	11	
Durch- schnitt . .	4,2	8,0	21,2	25,3	31,5	44,4	51,4	52,3				

c) Besprechung der Versuchsergebnisse.

Zur Übersicht fassen wir zunächst in Tabelle 13 die Variabilität der Temperatur des Wärmetodes zusammen.

Tabelle 13.

Die Variabilität der Temperatur des Wärmetodes bei den verschiedenen Stadien.

	Temperatur in °C.													
Stadium . .	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	
Larve I . .	2	9	6	10	19	9	—	—	—	—	—	—	—	
„ II . .	—	—	—	—	2	1	2	8	1	11	5	3	—	
„ III . .	—	—	—	2	6	5	9	8	12	2	—	—	—	
„ IV . .	—	—	—	—	—	4	1	6	5	3	1	—	—	
„ V . .	—	—	—	—	—	6	4	5	2	5	1	—	—	
♂ im Mai . .	—	—	—	—	—	2	2	—	2	2	1	1	1	
♀ im Mai . .	—	—	—	—	—	—	1	4	4	—	1	1	—	
♂ im März . .	—	1	—	1	2	4	6	3	3	3	—	1	—	
♀ im März . .	—	—	1	—	2	9	5	1	1	—	—	—	—	

Es ist daraus ersichtlich, daß die höchste ertragbare Wärme keine einheitliche ist, sondern stets im engeren Sinne eine Spanne von 4—6° C umfaßt.

Die zusammenfassende Tabelle stellt die Werte für die einzelnen Stadien zusammen, die im großen und ganzen ziemlich einheitlich sind.

Tabelle 14.

Die Aktivität von *Schistocerca gregaria*.

Stadium	1	2	3	4	5	6	7	8	n
♂ III. 29. . .	4,9	10,5	18,0	20,1	32,6	41,8	48,4	50,5	24
♀ III. 29. . .	3,8	7,7	18,5	20,3	30,0	41,5	47,7	50,1	24
Larve I . . .	4,3	8,2	16,9	21,7	36,2	41,5	—	47,4	55
„ II . . .	6,4	9,8	18,0	25,9	40,0	46,9	51,4	52,3	33
„ III . . .	3,3	4,3	15,3	20,7	37,0	41,9	49,3	50,4	44
„ IV . . .	4,6	4,6	16,8	26,9	39,2	43,3	49,1	51,4	20
„ V . . .	5,5	7,6	20,7	26,0	36,9	45,3	49,2	51,0	24
♂ V. 29. . .	4,2	8,0	21,2	25,3	31,5	44,4	51,4	52,3	11
♀ V. 29. . .	4,2	7,9	19,9	24,5	31,7	44,3	50,5	52,0	11
Durchschnitt .	4,6	7,8	18,4	23,5	34,9	43,4	49,6	50,9	246 Sa

Die Variabilität ist im unteren Teile der Skala größer als im oberen. Die Ablesungen sind hier auch am schwierigsten. Nur die Werte für den Wärmetod des ersten Larvenstadiums fallen etwas aus dem Rahmen heraus. Wie bei fast allen Insekten ist die frisch geschlüpfte Larve durch äußere Faktoren mehr gefährdet als die folgenden.

Im Durchschnitt umfaßt die Spanne der normalen Aktivität (Stufen 4 und 5) die Temperaturen von 23,5—43,4° C, also genau 20° C.

Bevor wir zu einem Vergleich dieser Versuchsergebnisse mit den Feldbeobachtungen schreiten, haben wir uns zu erinnern, daß die Körpertemperatur weder der Schatten- noch der Bodentemperatur entspricht. Wir können also nur Anhaltspunkte daraus entnehmen, nicht aber dieselben direkt vergleichen. Die wichtigsten Temperaturdaten der Untersuchungen im Freien waren:

Verhalten der Hüpferlarven.

Bei Boden-
temperatur
in °C

- unter 20 Die Tiere sitzen; ein kleiner Teil wandert langsam.
 20—26 Bei 20° Wärmeansammlung in Erwärmungsstellung; Wanderung beschleunigt.
 27—37 Über 27° beginnt die eigentliche Wanderung.
 über 40 Wanderung wird eingestellt. Abkühlungsstellung.
 27—20 Abendansammlungen.
 unter 20 Zerstreuen sich und erklettern Pflanzen zur Übernachtung.
 (Dabei in warmen Nächten Wanderung, an kühlen Tagen keine Wanderung.)

Wir haben uns nun vorzustellen, daß die Körpertemperatur vor Sonnenaufgang derjenigen des Bodens mehr oder weniger gleicht. Ferner, daß nach der Erwärmungsansammlung am Morgen und nach Beginn der eigentlichen Wanderung die Körperwärme der Larven zwischen 40 und 43° C schwankt, bei den früheren Stadien etwas niedriger, bei den späteren etwas höher. Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkt die Tabelle 11 S. 467 über die Temperaturabhängigkeit der Wanderungsgeschwindigkeit, so ergibt sich folgendes interessantes Resultat. Bereits früher konnten wir an Ameisen¹⁾ feststellen, daß die Temperaturabhängigkeiten der Geschwindigkeit bei Insekten sich innerhalb einer identischen Ablesungsserie zwanglos zu einer gleichseitigen Hyperbel anordnen. In der eben erwähnten Arbeit wird noch ausführlich darauf zurückzukommen sein. Brauchbare Werte zur Berechnung finden wir in Tabelle 11 nur unter den Werten für das erste und zweite Stadium.

Es betrug hier die Zeit, in der ein Meter durchlaufen wurde, um 6^h, vor Sonnenaufgang, bei 18° C ca. 90 (74—120) Sekunden, bei den Tagestemperaturen waren 10 Sekunden etwa das Übliche. Wir erhalten so den Hyperbelansatz:

$$90(18 - x) = 10(41 - x)$$

$$1620 - 90x = 410 - 10x$$

$$x = 1210 : 80 = 15,1^{\circ} \text{ C.}$$

¹⁾ F. S. Bodenheimer und H. Z. Klein, Über die Temperaturabhängigkeit von *Messor semirufus* (Hym. Formic.). (In Vorbereitung.)

Dieses $x = 15,1^{\circ}\text{C}$ bedeutet nichts anderes als den Aktivitätsnullpunkt, unterhalb dessen keine Fortbewegung mehr stattfindet. Praktisch hört bereits in allen Fällen die Aktivität 2–3° über diesem Aktivitätsnullpunkt auf. Das stimmt aufs beste mit dem Grenzwert für die dritte Stufe (Stadium I $16,9^{\circ}\text{C}$, Stadium II $18,0^{\circ}\text{C}$) überein. Auch auf diesem indirekten Wege ist somit von neuem festgestellt, daß unsere obigen Annahmen über die Körpertemperatur der Larven zu den verschiedenen Tageszeiten zu Recht bestanden. Wir verstehen auf Grund dieser Überlegungen auch leicht, warum das Maximum der Wanderungsgeschwindigkeit sich während des Tages kaum verändert (abgesehen von der Ruhe in den heißen Mittagsstunden).

Es sei übrigens noch hinzugefügt, daß kleine Veränderungen in den angenommenen Hyperbelansätzen (z. B. 43° statt 41° oder 97 statt 90 Se-

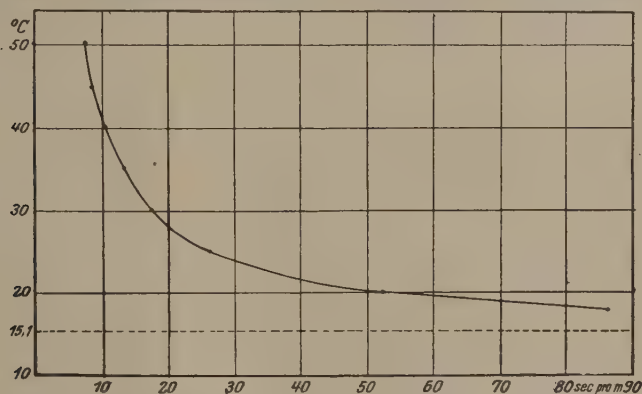


Abb. 24. Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeit von Larven des 1. und 2. Stadiums.

kunden) nur Schwankungen des Ergebnisses zwischen $15,1$ – $15,3^{\circ}\text{C}$ zur Folge haben.

Die Temperaturabhängigkeit der Aktivität ist somit in ihrem vollen Umfange festgestellt und geklärt.

d) Versuche mit dem Aktographen.

Der Aktograph ist meines Wissens zuerst von Szymanski¹⁾ in die Wissenschaft eingeführt worden. Ein empfindlicher Hebel ist an dem einen Ende mit einem leichten Käfig aus Gelatinepapier, in den die zu untersuchenden Tiere hineinkommen, an dem anderen Ende mit einem Schreiber verbunden. Der Schreiber drückt auf die Rußtrommel eines Kymographen, der sich in 24 Stunden genau einmal um sich selbst dreht.

¹⁾ Szymanski, Eine Methode zur Untersuchung der Ruhe- und Aktivitätsperioden bei Tieren. Pflügers Archiv Vol. 158 S. 343. 1914. — K. Meunier, Experimentelles über den Schwärmbetrieb beim Maikäfer. Zeitschr. f. angew. Entom. XIV, 1928 S. 91.



Abb. 25. Diagramm des Aktographen an je 3 Larven 5. Stadiums (V 35 u. 36). Aktiv von Anfang (9¹⁵) bis 15⁴³ resp. 15⁵⁰ und dann Ruhe bis 8h am nächsten Morgen.



Abb. 26. Diagramm des Aktographen eines frisch geschlüpften ♀ (V 41). Aktiv von Anfang (16¹⁰) bis 21²⁸ und von 8⁰⁰ am nächsten Morgen bis 15³⁰ (Ende). In der Nacht Ruhe.

Jede Bewegung des Tieres bringt den Hebel in leichte Schwankungen, die sich auf der Rußtrommel aufzeichnen. Da die Schwankungen in der Stärke, besonders bei kleineren Tieren, sehr verschieden groß sind, je nachdem, ob das Tier sich senkrecht oder parallel zur Richtung des Hebelarmes bewegt, verzichten wir auf eine quantitative Auswertung der Ausschläge. Die folgenden Kurven zeigen den deutlichen Unterschied zwischen Tag und Nacht. Nur in einigen Chamzinnächten fand eine geringe Aktivität statt. Im übrigen bedeuten die Ergebnisse nur eine Bestätigung der zuvor bereits mitgeteilten Daten zur Aktivität.

Tabelle 15.

Aktivitätsversuche an *Schistocerca gregaria*.

Ver- suchs- Nr.	Stadium	Datum	Aktivitäts- dauer	Bemerkungen
V. 1	gelbes ♀	28./29. III.	(10 ⁵⁰)—16 ²⁶	
V. 2	„ ♀	29./30. III.	7 ⁴⁸ —15 ⁵⁶	
V. 12	5 Larven I	11./12. IV.	7 ⁰⁶ —16 ⁰⁰	
V. 14	10 „ I	14./15. IV.	7 ⁴¹ —16 ¹⁵	
V. 7	5 „ I	4./5. IV.	5 ³⁶ —16 ³⁶	
V. 8	5 „ I	5./6. IV.	5 ²⁴ —16 ⁰⁶	
V. 9	5 „ II	8./9. IV.	(5 ¹²)—18 ¹¹	
V. 10	5 „ II	9./10. IV.	(14 ¹⁵)—16 ²¹	
V. 20	3 „ IV	20./21. IV.	(11 ³⁰)—15 ³⁰	
V. 21	3 „ IV	23./24. IV.	(8 ³⁰)—14 ³⁰	
V. 22	3 „ IV	27./28. IV.	(13 ¹⁵)—16 ¹⁵	
V. 31	5 „ V	7./8. V.	(10 ⁴⁵)—16 ⁵⁹	
V. 32	5 „ V	8./9. V.	1 ²⁶ —16 ⁵⁰	Chamzin auch nachts
V. 33	3 „ V	9./10. V.	4 ¹² —18 ¹⁶	„ „ „
V. 34	3 „ V	10./11. V.	14 ² —16 ¹¹	„ „ „
V. 35	3 „ V	13./14. V.	(8 ²⁶)—15 ³⁹	
V. 36	3 „ V	14./15. V.	7 ¹⁹ —15 ⁵⁰	
V. 37	1 „ V	15./15. V.	6 ³² —15 ²⁶	
V. 38	frisches ♀	16./17. V.	8 ⁴⁸ —18 ²⁴	
V. 39	„ ♀	17./18. V.	(10 ⁵⁵)—15 ⁴³	
V. 40	„ ♂	19./20. V.	5 ³² —15 ⁵²	
V. 41	„ ♂	20./21. V.	8 ³⁰ —21 ²⁸	

F. Die Vorzugstemperatur.

Von F. S. Bodenheimer und N. Segal.

Vorzugstemperatur¹⁾ nennen wir diejenige Temperatur, die von der Mehrzahl der Individuen einer Art, welche die Auswahl unter verschiedenen Temperaturen haben, aufgesucht wird.

Über die Arbeitsmethodik (Hertersche Temperaturorgel) und die Auswertungsmethoden ist in der eben zitierten Arbeit alles Erforderliche gesagt.

Die ersten drei Larvenstadien von *Schistocerca gregaria* bewegten sich in der Temperaturorgel völlig frei. Die Tiere des 4. und besonders des 5. Stadiums konnten nur schwer wenden, die des 5. garnicht mehr. Letzteres trifft natürlich auch für die Imagines zu. Vorversuche ergaben aber, daß auch hier die Ablesungen recht zuverlässig werden, wenn man nur 1—2 Individuen in die Temperaturorgel setzt und der Kopf nach der Wärmequelle hin orientiert ist. Bezüglich der minimalen erforderlichen Zahl von Ablesungen zeigen auch diese Ergebnisse wieder, daß 200 bis 250 Ablesungen ein durchaus treffendes Verteilungsbild ergeben. Als Mittel wurde diesmal nur das arithmetische Mittel errechnet, da wir ja auch in der früheren Arbeit aus den variationsstatistischen Fehlerwerten keine Folgerungen gezogen haben. Die Heuschrecken sind bedeutend größer als einem Ablesungsfeld der Skala entspricht. Wir haben auf Grund der Herterschen Ergebnisse²⁾ angenommen, daß die Hauptwärmeempfindung und Orientierung am Kopfe lokalisiert ist, und haben daher stets die Stellung des Kopfes als den augenblicklichen Stand auf der Skala verzeichnet.

a) Versuchsergebnisse.

Wir lassen hier zunächst die Ergebnisse der Einzelversuche folgen.

¹⁾ F. S. Bodenheimer und D. Schenkin, Über die Temperaturabhängigkeit von Insekten. I. Über die Vorzugstemperatur einiger Insekten. Ztschr. f. vergl. Physiol. Bd. 8. 1928 p. 1—15.

²⁾ K. Herter, Untersuchungen über den Temperatursinn einiger Insekten. ibidem. Bd. 1. 1924 S 221—288.

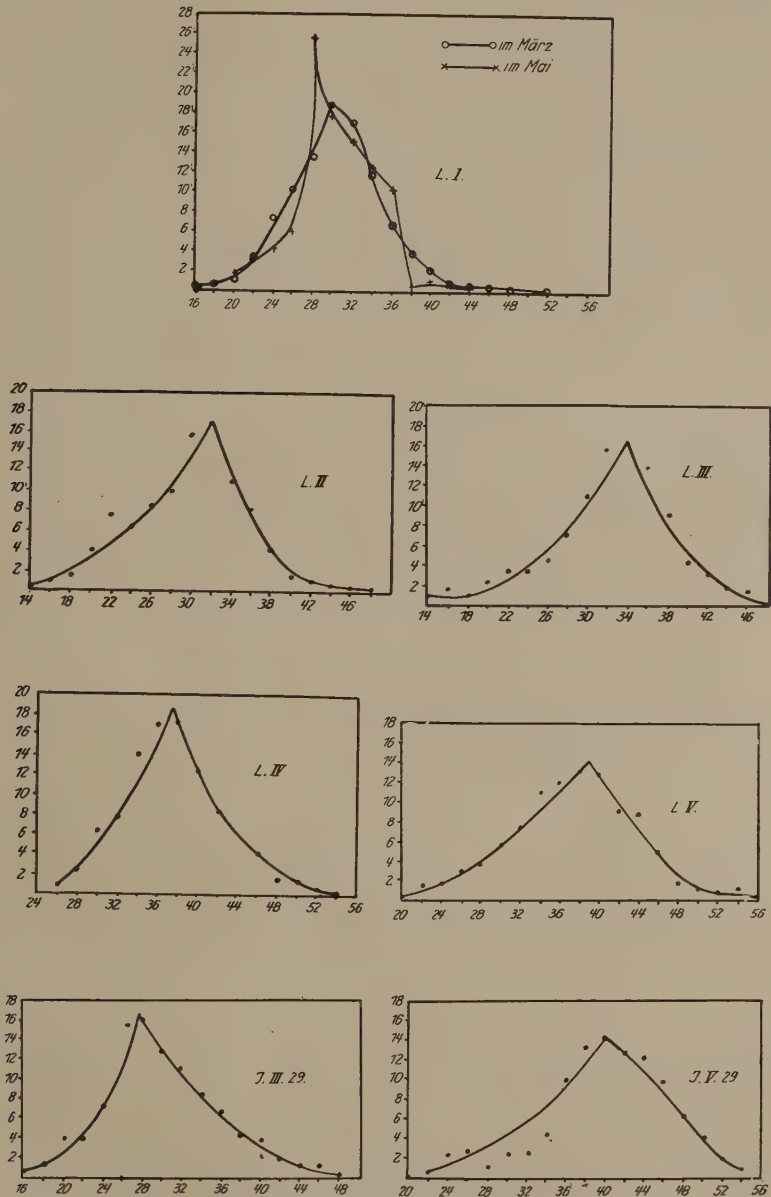


Abb. 27. Verteilungskurven der Vorzugstemperaturen der einzelnen Stadien.
L. I.—L. V.: 1.—5. Larvenstadium. J. III. und J. V.: Imagines März und Mai 1929.

Die Vorzugstemperatur von

	Temperatur in ° C																													
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36						

1. Die Imagines der eiablegenden

	—	—	2	1	2	4	5	12	2	4	2	19	25	21	27	21	17	17	18	16	14	8	12	0						
	—	—	—	1	1	1	1	5	6	10	7	13	18	25	22	21	22	14	14	15	11	15	17	0						
in %	—	—	2	2	3	5	6	17	8	14	9	32	43	46	49	42	39	31	32	31	25	23	29	10						
	—	—	—	4	—	8	—	23	—	22	—	41	—	89	—	91	—	70	—	63	—	48	—	39						
	—	—	—	0,7	—	1,4	—	4,0	—	3,9	—	7,2	—	15,6	—	16,0	—	12,6	—	11,0	—	8,4	—	6,7						

2. Die Larven

a) Versuche mit ausgefärbten

	—	—	—	2	3	2	2	4	4	4	6	6	9	9	14	10	10	6	9	16	8	11	10	1							
	—	—	—	1	3	1	—	1	4	5	7	12	13	16	17	25	23	23	27	27	23	18	13	15	4						
	—	—	—	1	1	1	1	1	2	3	5	14	14	12	17	19	27	28	22	22	19	14	6	3							
	—	—	—	—	—	1	2	3	6	8	9	25	23	25	25	26	25	32	27	33	38	30	18	13							
	—	—	—	—	—	—	—	5	13	17	18	23	22	23	44	73	65	62	47	27	21	17	15	1							
n %	—	—	—	1	6	5	4	6	12	22	35	49	76	85	85	104	122	158	158	147	141	110	89	66	4						
	—	—	—	7	—	9	—	18	—	57	—	125	—	170	—	226	—	316	—	288	—	199	—	113							
	—	—	—	0,4	—	0,6	—	1,1	—	3,4	—	7,5	—	10,2	—	13,6	—	18,9	—	17,3	—	11,9	—	0,5							

b) Versuche mit frisch geschlüpften

	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	3	4	13	14	9	12	15	7	7	4	1						
	—	—	—	—	—	—	—	2	3	3	3	5	6	8	21	19	17	20	23	19	23	45	4	1						
	—	—	—	—	1	1	3	5	3	6	6	9	10	12	16	25	37	38	34	37	34	32	25	19						
in %	—	—	—	—	1	1	3	7	6	9	10	13	16	19	27	50	69	69	63	72	68	62	77	6						
	—	—	—	—	—	2	—	10	—	15	—	23	—	35	—	77	—	138	—	135	—	130	—	143						
	—	—	—	—	—	0,2	—	1,2	—	1,8	—	2,8	—	4,2	—	9,3	—	16,7	—	16,4	—	15,8	—	17,5						

c) Versuche mit ausgefärbten

	—	—	—	—	—	—	—	1	2	3	2	3	4	5	5	5	4	4	9	10	9	11	11	6						
	—	—	—	—	—	—	1	2	2	2	2	4	3	4	24	35	24	16	13	9	8	6	4	1						
in %	—	—	—	—	—	—	1	3	4	5	4	7	7	9	29	40	28	20	22	19	17	17	15	13						
	—	—	—	—	—	—	—	4	—	9	—	11	—	16	—	69	—	48	—	41	—	34	—	28						
	—	—	—	—	—	—	—	1,5	—	3,3	—	4,1	—	5,9	—	25,7	—	17,9	—	15,3	—	12,7	—	10,4						

3. Die Larven

	—	—	—	—	—	—	2	2	7	12	20	16	13	12	12	11	13	16	21	22	20	25	27	28						
	—	—	—	—	—	2	10	20	35	37	11	8	7	9	10	8	12	18	18	15	8	9	11	9						
	—	1	4	4	3	3	6	1	1	7	7	4	1	1	2	7	15	18	38	35	35	25	24	12						
3	4	4	4	6	5	7	8	10	7	7	9	12	15	26	31	35	42	27	21	17	11	10	6							
	—	—	—	3	2	2	2	2	1	—	1	7	11	14	16	16	18	29	24	23	14	9	7	7						
	—	—	—	1	—	—	2	3	7	7	7	13	25	26	16	16	26	27	29	20	8	5	—							
in %	3	5	8	12	11	12	29	36	61	70	53	57	69	77	82	89	119	150	157	136	102	84	81	58						
	—	8	—	20	—	23	—	65	—	131	—	110	—	146	—	171	—	269	—	293	—	186	—	139						
	—	0,5	—	1,2	—	1,4	—	4,1	—	7,7	—	6,5	—	8,6	—	10,0	—	15,8	—	17,2	—	10,9	—	8,2						

16.

Schistocerca gregaria Forsk.

Temperatur in ° C																Protokoll Nr.	Datum	Vorzugs- mittel in ° C	Zahl der Ab- lesungen
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		

Generation im März 1929.

4	3	5	1	1	2	4	1	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	♂	III. 29	28,84	279
7	11	10	6	4	4	2	1	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	♀	III. 29	29,98	291
11	14	15	7	5	6	6	2	2	4	1	—	—	—	—	—	—	—			29,41	570
—	25	—	22	—	11	—	8	—	6	—	1	—	—	—	—	—	—				
—	4,4	—	3,9	—	2,0	—	1,4	—	1,1	—	0,2	—	—	—	—	—	—				

des 1. Stadiums.

Tieren im März 1929.

10	7	7	3	3	2	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 2	25. III. 29	30,52	191
7	8	4	2	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 4	26. III. 29	29,47	303
5	4	4	3	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 6	28. III. 29	30,14	252
11	8	5	1	1	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 12	1. IV. 29	29,90	399
9	7	4	2	3	2	2	2	2	2	1	—	1	1	—	—	—	1	VC. 14	2. IV. 29	30,57	519
42	34	24	11	11	7	4	4	5	3	1	—	1	1	—	—	—	1	5		30,13	1664
—	76	—	35	—	18	—	8	—	8	—	1	—	2	—	—	—	1				
—	4,6	—	2,1	—	1,1	—	0,5	—	0,5	—	0,1	—	0,1	—	—	—	0,1				

noch unausgefärbten Tieren im März 1929.

2	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 8	29. III. 29	31,68	101
38	16	12	8	3	3	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 10	31. III. 29	32,96	341
9	6	7	4	3	3	3	2	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	VC. 16	3. IV. 29	32,05	384
49	25	21	12	6	6	5	5	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	3		32,42	826
—	74	—	33	—	12	—	10	—	4	—	1	—	—	—	—	—	—				
—	9,0	—	4,0	—	1,4	—	1,2	—	0,5	—	0,1	—	—	—	—	—	—				

Tieren im Mai 1929.

—	—	—	2	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 54	17. V. 29	31,10	102
1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 55	17. V. 29	29,06	166
1	—	1	2	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2		29,81	268
—	1	—	3	—	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	0,4	—	1,1	—	1,1	—	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				

des 2. Stadiums.

18	4	4	2	2	2	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 21	7. IV. 29	30,57	314
6	2	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 22	8. IV. 29	26,66	268
6	5	3	3	4	4	2	2	3	2	2	2	—	—	—	—	—	—	VC. 23	9. IV. 29	31,53	292
4	4	3	3	3	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 24	11. IV. 29	26,77	348
7	6	3	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 25	12. IV. 29	29,63	226
2	2	1	1	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 26	14. IV. 29	28,88	254
42	23	15	11	11	11	6	5	4	3	2	2	—	—	—	—	—	—	6		28,82	1702
—	67	—	26	—	22	—	11	—	7	—	4	—	—	—	—	—	—				
—	4,2	—	1,5	—	1,3	—	0,7	—	0,4	—	0,2	—	—	—	—	—	—				

Tabelle 16. (Fortsetzung.)

		Temperatur in ° C																															
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36								
		4. Die Larven																															
		—	1	—	7	5	8	8	—	—	11	6	14	13	15	14	17	11	20	22	23	26	12	9	5								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5	5	1	3	4	5	12	16	26	19	21	16	1	5							
		—	1	4	1	—	1	1	1	1	2	5	7	7	16	19	17	22	26	23	16	17	11	9	5								
		—	13	15	—	—	1	—	1	4	12	3	—	—	2	4	6	5	6	10	11	14	17	33	15								
		—	—	—	—	—	—	2	2	1	3	2	3	3	3	2	4	9	11	18	25	21	23	19	12								
		—	—	—	—	—	1	2	2	2	5	3	1	—	—	—	2	7	12	13	15	16	18	27	16								
		—	—	—	—	—	—	1	6	—	2	1	1	—	3	6	9	10	9	11	10	20	13	15	13								
in %		—	15	19	8	5	11	14	22	18	35	22	31	28	40	48	59	69	96	113	126	133	115	128	85								
		—	15	—	27	—	16	—	36	—	53	—	53	—	68	—	107	—	165	—	239	—	248	—	213								
		—	1,0	—	1,8	—	1,0	—	2,3	—	3,4	—	3,4	—	4,4	—	7,0	—	10,8	—	15,6	—	16,2	—	13,9								
		5. Die Larven																															
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	6	6	4	12							
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	4	12	13	14	8	11	13									
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	2	4	2	5	3	3	4	7							
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	3	2	5	11	18	23	19	13							
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	4	4	4	4	6	7	10	12	23							
n %		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5	5	11	21	24	25	30	44	50	50	68							
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	16	—	45	—	55	—	94	—	118							
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1	—	2,4	—	6,7	—	7,9	—	14,0	—	17,0							
		6. Die Larven																															
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	2	3	2	3	5	5	5	8							
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	2	1	1	—	2	6	7	6	8							
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	2	4	5	9	9	5	4								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	1	1	1	2	3	5	4							
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
in %		—	—	—	—	—	—	—	1	3	4	6	3	6	8	6	11	14	13	17	18	24	27	26	29								
		—	—	—	—	—	—	—	1	—	7	—	9	—	14	—	17	—	27	—	35	—	51	—	55								
		—	—	—	—	—	—	—	0,2	—	1,4	—	1,9	—	3,1	—	3,7	—	5,8	—	7,5	—	11,1	—	11,9								
		7. Die frischgeschlüpften																															
		—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	2	5	7	2	1	—	2	3	2	1	7	12	3	15	18							
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	3	1	3	—	3	3	4	3	2	6	1	4	13							
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
in %		—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	3	9	10	4	4	2	6	6	4	9	18	4	19	31								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
		—	—	—	—	—	—	—	—																								

Temperatur in ° C																		Protokoll Nr.	Datum	Vorzugs- mittel in ° C	Zahl der Ablesungen
7	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
des 3. Stadiums.																					
5	4	3	2	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 27	17. IV. 29	28,04	286
9	16	6	9	6	5	4	4	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	VC. 28	19. IV. 29	34,95	227
3	3	3	2	1	2	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 31	22. IV. 29	29,78	229
2	7	7	7	7	6	6	4	5	3	1	—	—	—	—	—	—	—	VC. 32	23. IV. 29	31,90	237
8	5	3	4	4	4	2	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 34	27. IV. 29	33,01	197
5	9	6	6	5	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 35	28. IV. 29	33,00	186
1	8	6	4	2	2	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 36	29. IV. 29	32,84	167
73	52	34	34	26	22	15	12	11	7	2	—	—	—	—	—	—	—	7		31,62	1529
—	125	—	68	—	48	—	27	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	8,9	—	4,4	—	3,1	—	1,8	—	1,2	—	0,1	—	—	—	—	—	—				

des 4. Stadiums.																					
3	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 47	13. V. 29	34,83	23
13	14	16	11	5	2	3	1	—	1	—	2	1	1	1	—	1	—	VC. 48	14. V. 29	35,50	167
3	5	9	8	10	9	20	12	9	6	2	3	3	2	2	1	1	—	VC. 49	14. V. 29	40,26	138
7	13	7	6	3	4	5	6	5	5	3	2	2	2	—	—	—	—	VC. 50/51	15. V. 29	36,82	178
23	26	16	14	11	8	4	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 52/53	16. V. 29	36,60	188
59	60	48	39	35	23	32	23	15	13	5	7	6	5	3	1	2	—	5		37,06	694
—	119	—	87	—	58	—	55	—	28	—	12	—	11	—	4	—	2				
—	17,2	—	12,4	—	8,3	—	7,9	—	4,1	—	1,7	—	1,6	—	0,6	—	9,3				

des 5. Stadiums.																					
4	3	4	6	2	—	1	1	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—	VC. 38/39	7. V. 29	36,93	60
6	7	6	6	6	8	7	4	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—	VC. 40/41	8. V. 29	37,36	97
7	10	13	12	4	3	3	3	2	1	1	2	2	1	1	1	1	—	VC. 42/43	9. V. 29	37,20	118
12	5	4	4	5	13	12	9	10	5	3	1	1	—	—	1	1	1	VC. 44/45	10. V. 29	38,50	119
3	3	2	2	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VC. 46	13. V. 29	31,58	72
32	28	29	30	17	26	24	17	16	8	5	3	3	2	1	2	3	1	5		36,66	466
—	60	—	59	—	43	—	41	—	24	—	8	—	5	—	3	—	4				
—	12,9	—	12,7	—	9,2	—	8,8	—	5,2	—	1,7	—	1,1	—	0,7	—	0,9				

Imagines im Mai 1929.

13	23	15	15	13	15	10	14	13	12	6	7	10	6	3	3	3	1	♂	V. 29	38,80	259
18	12	21	20	23	13	16	21	11	13	8	10	1	3	2	1	—	—	♀	V. 29	38,92	242
31	35	36	35	36	28	26	35	24	25	14	17	11	9	5	4	3	1			39,34	501
—	66	—	71	—	64	—	61	—	49	—	31	—	20	—	9	—	4				
—	13,0	—	14,0	—	12,6	—	12,0	—	9,6	—	6,1	—	3,9	—	1,8	—	0,8				



Abb. 28. Versuch in der Temperaturorgel (1 ♂, 1 ♀ der eiablegenden Generation. C 19).

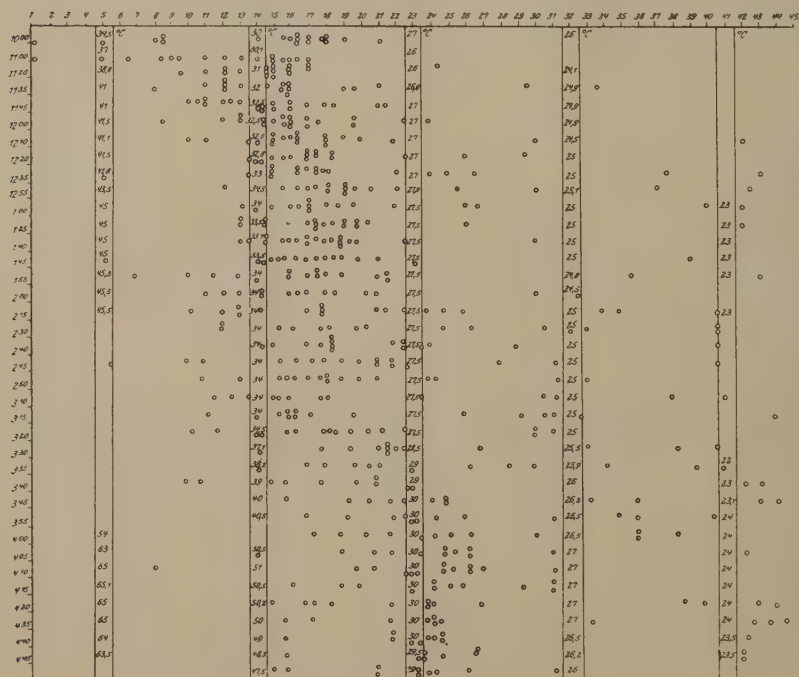


Abb. 29. Versuch in der Temperaturorgel (Larven des 1. Stadiums. C 13).

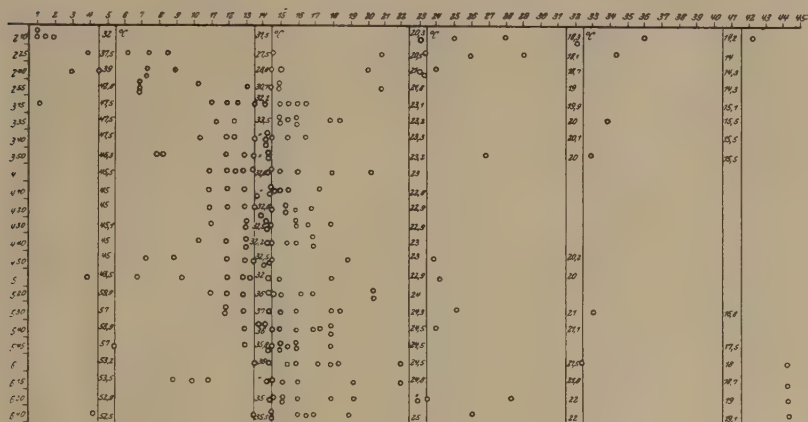


Abb. 30. Versuch in der Temperaturorgel (Larven des 3. Stadiums. C 34).

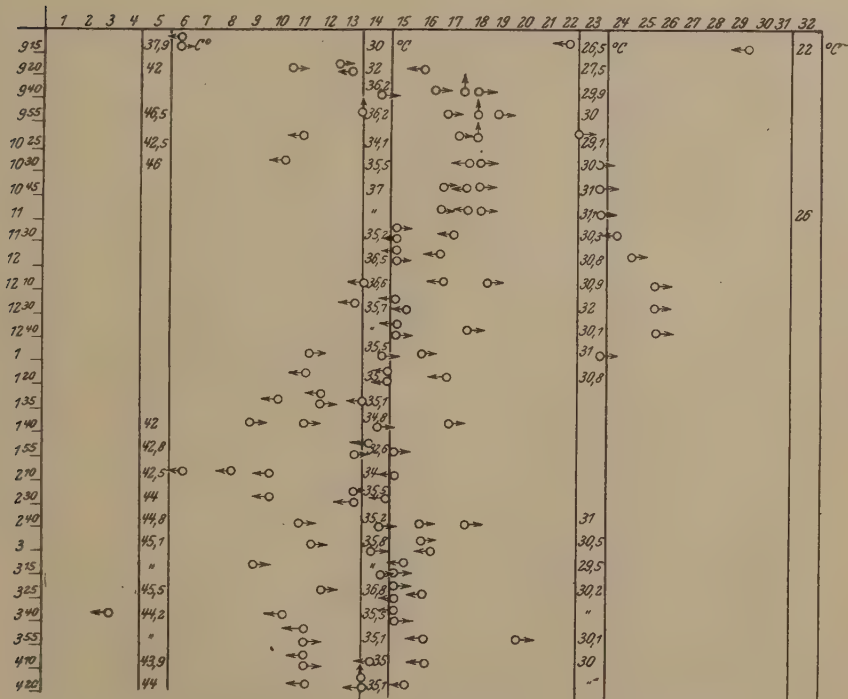


Abb. 31. Versuch in der Temperaturorgel (Larven des 4. Stadiums. C 51).

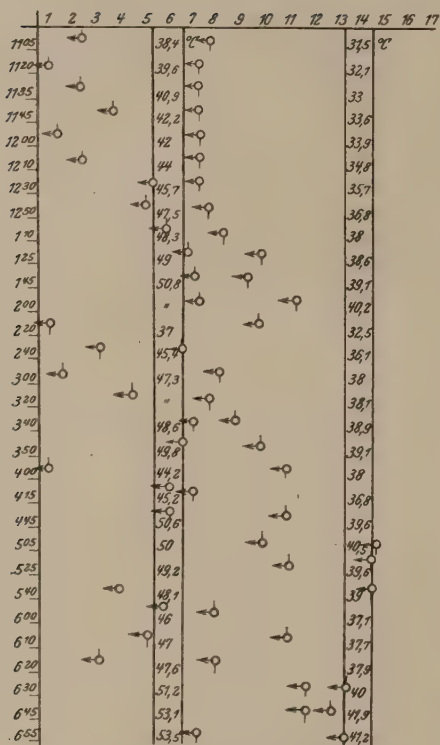


Abb. 32. Versuch in der Temperaturorgel
(1 ♂, 1 ♀ der jungen Generation. C 62).

b) Besprechungen der Versuchsergebnisse.

Schon auf den ersten Blick weichen unsere Ergebnisse von den früheren Verteilungsbildern an anderen Insekten (Herter, Bodenheimer und Schenkin) in einem wesentlichen Punkte ab: Die Verteilungskurve erstreckte sich dort nur selten über 20 ° C, bei *Schistocerca gregaria* umfaßt sie eine Spanne von 30 ° C. Infolgedessen erreicht der Gipfel der prozentualen Verteilungskurve fast nie 20 %. Die ganze Kurve verläuft flacher und diffuser. Trotz der erheblichen Unterschiede im Mittelwert gleichen die Kurvenformen bei den einzelnen Stadien einander sehr.

Besonders auffallend ist der Anstieg in der Vorzugstemperatur mit zunehmender Entwicklung. Die Werte sind:

Tabelle 17.

Stadium	Vorzugstemperatur	Zahl der Ablesungen
Diablegende Imagines (III. 29)	29,4 ° C	570
Hüpfers des 1. Stadiums	30,1 ° C	1664
" " 2. "	28,8 ° C	1702
" " 3. "	31,6 ° C	1529
" " 4. "	37,1 ° C	694
" " 5. "	36,7 ° C	466
Frischgeschlüpfte Imagines (V. 29)	39,3 ° C	501

Sinnfälliger noch als durch diese Zahlen wird diese Erscheinung durch Abb. 33. Am deutlichsten ist der Unterschied bei den alten und den jungen Imagines, wo er fast genau 10 ° C beträgt. Es liegt natürlich nahe, hierbei an den Einfluß der steigenden Außenwärme zu denken.

Diese Deutungsmöglichkeit entfällt jedoch durch die folgenden Versuchsergebnisse am 1. Stadium:

Art der Versuchstiere	Vorzugstemp.	Zahl der Ablesungen
Ausgefärbte Larven im März 1929 . .	30,1° C	1664
Frisch geschlüpfte unausgefärbte Larven im März 1929	32,4° C	826
Ausgefärbte Larven im Mai 1929 . .	29,8° C	268

Die Vorzugstemperatur desselben Stadiums im März und im Mai sind identisch. Hingegen liegen sie für die ganz frisch geschlüpften Tiere des 1. Stadiums deutlich höher. Die Vorzugstemperatur hängt ganz offenbar von dem physiologischen Zustand der Tiere selbst ab. Innerhalb

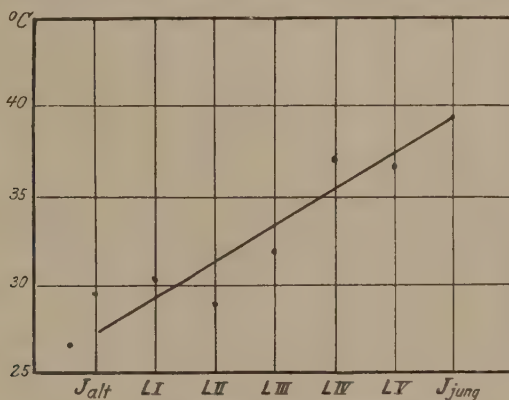


Abb. 33. Die Vorzugstemperaturen der verschiedenen Stadien.

des 1. Stadiums haben wir daran zu erinnern, daß die Tiere „feucht“ aus den Eiern schlüpfen und während des ersten Lebenstages eine Menge Wasser verlieren. Vielleicht ist diese Erscheinung allgemeiner, sodaß der Wassergehalt der Gewebe einen entscheidenden Einfluß auf die Vorzugstemperatur hat. Leider konnten wir in diesem Jahre keine diesbezüglichen Untersuchungen anstellen. Die Vorzugstemperatur der jungen Imagines mit annähernd 40° C ist wohl die höchste bisher zur Beobachtung gelangte. Sie ergänzt unsere Untersuchungen über die Körperwärme vortrefflich, da sie sich mit den Tagestemperaturen des Heuschreckenkörpers gut deckt und da diese hohe Lage die starke Aktivität am Tage unter der Wüsten Sonne ohne weiteres verständlich macht.

Die folgende Tabelle zeigt die Temperaturspanne, welche erforderlich ist, um 50 resp. 80% aller Tiere anzusammeln. Es sind dies im Durchschnitt 6—8 resp. 10—16° C. In derselben Tabelle sind die oberen Grenztemperaturen angegeben, auf welche sich Tiere begaben.

Tabelle 18.

Temperaturspanne, innerhalb der sich 50 resp. 80% aller Tiere ansammeln.

		Obere normale Grenztemperatur			
		50%	80%	Oberste Temperaturab- lesung an der sich mindestens 5 Tiere noch ansammelten	Oberste Temperatur- ablesung überhaupt
Alte Imagines März					
1919		8° C	16° C	(43° C)	47° C
Larvenstadium I. .		6° C	12° C	45° C	50° C
" "	II. .	8° C	15° C	44° C	48° C
" "	III. .	7° C	14° C	46° C	47° C
" "	IV. .	6° C	10° C	50° C	53° C
" "	V. .	8° C	14° C	(47° C)	54° C
Junge Imagines Mai					
1929				52° C	54° C

Infolge geringer Ablesungszahl sind die eingeklammerten Werte etwas zu niedrig. Die Zahlen dieser Kolumne besagen aber für natürliche Verhältnisse im allgemeinen mehr als die letzten. Bei dieser sind die Werte für das erste Stadium infolge der großen Ablesungszahl etwas zu hoch geraten, wie auch ein Vergleich mit Protokoll 2 b und c lehrt. Als Grenzwert für freiwilliges Vorstoßen in die Wärme haben wir 44° C für die alten Imagines und die Hüpfer des 1.—3. Stadiums anzusehen, gegen 50° C für das 4. und 5. Stadium und 32° C für frisch geschlüpfte Imagines. Auch hier stimmen die Werte wieder mit den Angaben unserer Aktivitätsversuche im vorigen Absatz überein.

G. Über den Gasstoffwechsel der verschiedenen Stadien.

Von F. S. Bodenheimer und K. Reich.

Der Stoffwechsel ist ein wichtiger Indikator für die Intensität von Vorgängen im tierischen Körper, die sonst oft nur schwer meßbar sind. Wir haben aus diesem Grunde auch bei der afrikanischen Wanderheuschrecke solche Untersuchungen begonnen.

a) Apparatur und Methodik der Untersuchungen.

Nach längeren Vorversuchen mit dem von Jordans empfohlenen einfachen Respirationsapparat, der bei längerer Versuchsdauer ungenügende Resultate ergab, benutzten wir die von v. Buddenbrock empfohlene Apparatur, die Herr von Buddenbrock uns freundlicherweise ausführlich skizzierte.

Diese Apparatur (Abb. 34) besteht aus einem Manometer a, das aus einer 0,5 mm im Durchmesser breiten Kapillare angefertigt ist. Auf seine freien Enden werden zwei kurze Gummischläuche aufgesetzt, die durch den Quetschhahn c abgeschlossen werden. Am unteren Ende des Manometers befindet sich in der Mediane ein kurzes nach vorn oben gerichtetes Glasrohr d mit Hahn e und Trichter f. Durch diesen wird das Manometer ungefähr zur Hälfte mit Petroleum gefüllt. Im oberen Teil des Manometers zweigt (nach hinten) ein kurzes Rohr g ab, das in die Glaskappe h mündet. Innerhalb der Glaskappe setzt das hakenförmig umgebogene Röhrchen i die Kapillare fort. Es dient zum Aufhängen der Versuchsobjekte. Diese Glaskappe wird von unten durch ein gut eingeschliffenes Glasgefäß luftdicht abgeschlossen. Das Gefäß dient zur Aufnahme der Versuchsobjekte und wird in seinem unteren Teil mit Kalilauge k gefüllt. Um ein Herunterfallen und Zerbrechen des Gefäßes zu verhüten, kann man es an der Kappe mit Spiralfedern l oder Gummibändern befestigen. Das Ganze ist auf einem mit Spiegel und Millimeterskala versehenem Gestell montiert. Ein an der Hinterseite des Brettes befindlicher Haken dient zum Aufhängen des Apparates im Warmbad.

In die Apparate wurden 5 ccm einer 2%igen KOH-Lösung gegeben. Darauf wurden die Versuchstiere in dem Apparat aufgehängt. Zu diesem Zweck wurden die kleinen Objekte d. h. Eier, Hüpfer I. und Hüpfer III. Stadium in ein breites Glasröhrchen, das oben und unten durch weitmaschige Gaze verschlossen war, gebracht und freibeweglich aufgehängt.

Hüpfen V. Stadium und Imagines wurden mit einem Bindfaden um die Hinterbeine gebunden und so im Apparat aufgehängt. Um größere Werte und damit auch kleinere Fehler zu erreichen, wurden bei den Versuchen 30–60 Eier, 10–20 Hüpfen I, 3 Hüpfen III in jeden Apparat gebracht. Hüpfen V und Imagines immer nur ein Tier. Bei jedem Versuch wurden gewöhnlich drei Apparate gleichzeitig benutzt.

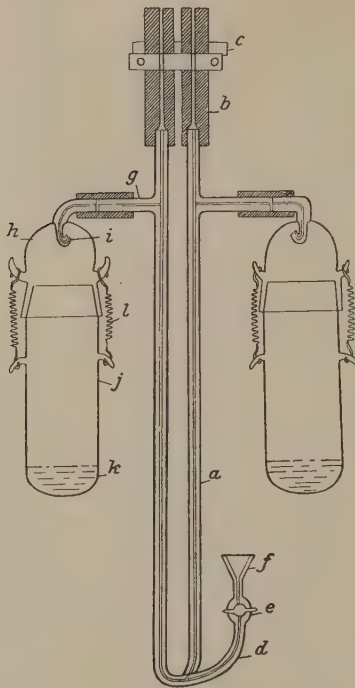


Abb. 34.
Respiationsapparat nach von Buddenbrock.

Die Apparate wurden nun in einen großen Topf gebracht, der mit Wasser von der Versuchstemperatur gefüllt war. In dem Maße, als das Wasser abkühlte, wurde heißes Wasser zugegossen, sodaß die Temperatur während des ganzen Versuches nicht um mehr als einen halben Grad schwankte. In diesem mit Wasser gesättigter Luft gefülltem Apparat war eine Wasserverdunstung und somit eine Abkühlung der Tiere unmöglich, man kann also die Körpertemperatur setzen. Nach 30–45 Minuten wurde nun die Luftzufuhr durch einen Quetschhahn abgeschlossen und der Manometerstand in regelmäßigen Zeitintervallen abgelesen. Der Versuch dauerte je nach der Atmungsintensität $\frac{1}{2}$ –5 Stunden. Die abgelesenen Zahlen wurden auf eine Stunde umgerechnet.

Um eine Umrechnung der Manometerhöhe in Gasvolumen zu ermöglichen, wurde ein angemessenes Luftvolumen in den Apparat eingedrückt und die dabei eingetretene Manometersteigerung direkt abgelesen. Bei zwei Apparaten entsprach 36,6 mm Manometerhöhe 1 ccm Luft, im dritten (etwas kleineren) 60 mm. Tabelle 19 zeigt ein Protokoll dieses Versuches. Nach Beendigung jeder Versuchsserie wurde das Durchschnittsgewicht der im Versuch verwendeten Tiere ermittelt und die einzelnen Zahlen auf dieses Durchschnittsgewicht umgerechnet. Zuletzt mußten noch die errechneten Zahlen unter Berücksichtigung der Versuchstemperatur und des Barometerstandes auf 0° C und

760 mm atmosphärischen Druck nach der Formel $v_0 = v \frac{760 (1 + 0.03670 t)}{b_0 - e}$

reduziert. Dabei bedeutet v_0 das zu errechnende Volumen, v das abgemessene Volumen, b_0 den Barometerstand, e den Dampfdruck und t die

Tabelle 19.

Versuchsprotokoll über den O_2 -Verbrauch der *Schistocerca*-Larven des V. Stadiums.

Apparat Nr. II Gewicht = 0,976 g				Apparat Nr. III Gewicht = 1,428 g			
Temp. 19–20° C		Temp. 24–25° C		Temp. 19–20° C		Temp. 24–25° C	
Zeit	Manometer	Zeit	Manometer	Zeit	Manometer	Zeit	Manometer
12 ⁴⁵	87	10 ¹⁵	86	12 ⁴⁵	84	10 ¹⁵	84
1 ⁰⁰	89 (+2)	10 ³⁰	90 (+4)	1 ⁰⁰	89 (+5)	10 ³⁰	92 (+8)
1 ¹⁵	93 (+4)	10 ⁴⁵	95 (+5)	1 ¹⁵	96 (+7)	10 ⁴⁵	102 (+10)
1 ³⁰	96 (+3)	11 ⁰⁰	98 (+3)	1 ³⁰	101 (+5)	11 ⁰⁰	108 (+6)
1 ⁴⁵	99 (+3)	11 ¹⁵	102 (+4)	1 ⁴⁵	107 (+6)	11 ¹⁵	118 (+10)
2 ⁰⁰	102 (+3)	11 ³⁰	106 (+4)	2 ⁰⁰	113 (+6)	11 ³⁰	127 (+9)
2 ¹⁵	105 (+3)	11 ⁴⁵	110 (+4)	2 ¹⁵	118 (+5)	11 ⁴⁵	137 (+10)
2 ³⁰	110 (+5)	12 ⁰⁰	116 (+6)	2 ³⁰	128 (+10)	12 ⁰⁰	149 (+12)
2 ⁴⁵	112 (+2)			2 ⁴⁵	132 (+4)		
3 ⁰⁰	113 (+1)			3 ⁰⁰	139 (+7)		
3 ¹⁵	115 (+2)			3 ¹⁵	146 (+7)		
				3 ³⁰	151 (+5)		
				3 ⁴⁵	157 (+6)		
28 mm		30 mm		73 mm		65 mm	
150 Minuten		105 Minuten		180 Minuten		105 Minuten	
11,2 mm pro Stunde		17,1 mm pro Stunde		24,3 mm pro Stunde		37,1 mm pro Stunde	
Umrechnungskoeffizient: 36,6				Umrechnungskoeffizient: 60,0			
0,305 ccm O ₂ pro Stunde		0,467 ccm O ₂ pro Stunde		0,405 cmm O ₂ pro Stunde		0,618 ccm O ₂ pro Stunde	

Temperatur. Ein Beispiel solcher Umrechnung sehen wir auf Tabelle 20. Jede der in den folgenden Tabellen angeführten Zahlen stellt also den Durchschnittswert aus mehreren Versuchen dar. Eine Ausnahme wurde nur gemacht, wenn die gewonnenen Zahlen (bei hohen Versuchstemperaturen) zu stark voneinander abwichen.

b) Die Atmungsintensität der verschiedenen Stadien bei verschiedenen Temperaturen auf Individuen bezogen.

Eier: Die Atmungskurve der Eier verläuft zwischen 15–40° C ganz gleichmäßig flach. Erst über 40° C tritt eine plötzliche Steigerung der Atmungsintensität ein. Sie steigt zwischen 15–40° C von 0,0015 ccm O_2 in der Stunde auf 0,0029. Bei 43,5° C wurde jedoch 0,0062 gemessen, die Steigerung beträgt also mehr als 100% bei 4° C Wärmeerhöhung. Hüpfer I: Steiler ist schon die Atmungskurve der Hüpfer des I. Stadiums, wobei sie von 0,0069 ccm O_2 bei 14,5° C auf 0,0209 bei 34,5° C und 0,0298 bei 43,5° C steigt. Sie bildet zum mindestens bis 35° C eine annähernde Gerade. Darüber hinaus erfolgt eine erhöhte Atmungsinten-

Tabelle 20.

Atmungsintensität der *Schistocerca*-Larven des V. Stadiums.
Umrechnung der Versuchswerte auf die absolute Einheit.

Temperatur		Ap. Nr. I	Ap. Nr. II	Ap. Nr. III	Einheitsgewicht 1,590 g				bo	$\frac{bo - e}{760(1 + 0,00370t)}$	Vo
					Ap. Nr. I	Ap. Nr. II	Ap. Nr. III	Durchschnitt			
14,5	Gewicht	—	1,540	1,504	—	—	—	—	—	—	—
	O ₂ ccm	—	0,131	0,193	—	0,134	0,202	0,168	696,2	0,587	0,0986
19,5	Gewicht	1,270	0,976	1,428	—	—	—	—	—	—	—
	O ₂ ccm	0,346	0,305	0,405	0,432	0,493	0,450	0,458	695,7	0,512	0,234
24,5	Gewicht	1,270	0,976	1,478	—	—	—	—	—	—	—
	O ₂ ccm	0,529	0,467	0,618	0,661	0,724	0,686	0,690	695,7	0,466	0,321
29,5	Gewicht	1,259	1,639	1,633	—	—	—	—	—	—	—
	O ₂ ccm	1,344	1,738	1,540	1,693	1,685	1,494	1,624	696,7	0,420	0,682
34,5	Gewicht	1,259	1,639	1,633	—	—	—	—	—	—	—
	O ₂ ccm	1,951	2,150	1,950	2,458	2,086	1,892	2,145	696,7	0,373	0,800
39,5	Gewicht	1,906	0,912	1,819	—	—	—	—	—	—	—
	O ₂ ccm	2,395	1,967	3,220	1,905	3,411	2,834	—	696,7	0,345	$\left. \begin{matrix} 0,657 \\ 1,177 \\ 0,977 \end{matrix} \right\}$
43,5	Gewicht	1,272	1,268	1,981	—	—	—	(2,585)	—	—	—
	O ₂ ccm	2,132	2,295	3,648	(2,585)	2,869	2,918	2,893	696,7	0,320	$\left. \begin{matrix} \\ \\ 0,924 \end{matrix} \right\}$
	Gewicht	1,945	2,078	1,658	—	—	—	(3,514)	—	—	
	O ₂ ccm	3,491	4,623	4,180	2,828	(3,514)	2,933	2,883	697,0	0,320	

sität. Mit der fortschreitenden Entwicklung wird die Kurve immer steiler (bei Betrachtung der Tafeln ist darauf zu achten, daß die Kurven in verschiedenem Maßstab gezeichnet wurden). So steigt die Atmungsintensität der Hüpfer III. Stadium von 0,022 bei 14,5° C auf 0,081 bei 34,5° C. Messungen über 35° C zeigen manchmal nicht ganz miteinander übereinstimmende Werte (bei 39,5° C 0,117 und 0,132), zeigen aber deutlich, daß auch hier die anfangs ganz gleichmäßig aufsteigende Atmungsintensität um 40° C eine plötzliche Steigerung erfährt. So zeigen auch die Hüpfer im V. Stadium wieder einen steileren Anstieg der Atmungskurve. Auf den steilen Anstieg der Atmungsintensität bei 35° C folgt bei Temperaturen über 40° C ein deutlicher Abfall.

Imagines: Die jungen Imagines zeigen eine mit den Hüpfern V ungefähr parallel verlaufende Kurve, doch ist sie bei den Männchen vie

Tabelle 21.

O₂-Verbrauch von *Schistocerca* pro Individuum und Stunde
gemessen in ccm bei 0° C und 760 mm Luftdruck.

Temperatur ° C	Eier 0,022 g	Larven I 0,0312 g	Larven III 0,120 g	Larven V 1,590 g	♀ jung 2,028 g	♂ jung 1,749 g	♀ alt 2,473 g
14—15	0,0015	0,0069	0,022	0,10	0,38	0,42	0,16
19—20	0,0016	0,0136	0,038	0,23	0,39	0,46	0,20
24—25	0,0019	0,0152	0,047	0,32	0,77	1,22	0,45
29—30	0,0021	0,0151	0,067	0,69	1,01	1,90	0,78
34—35	0,0025	0,0209	0,081	0,80	1,28	2,40	1,17
39—40	0,0029	0,0269	0,117 0,132 } 0,124	0,66 0,98 1,18 } 0,94	1,52	1,30	2,16
					1,87	1,36	
					1,72	1,44	
					2,11	1,58	
43—44	0,0062	0,0298	0,150	0,92	1,54	0,89	2,24
					1,43	1,23	
					1,58	1,58	

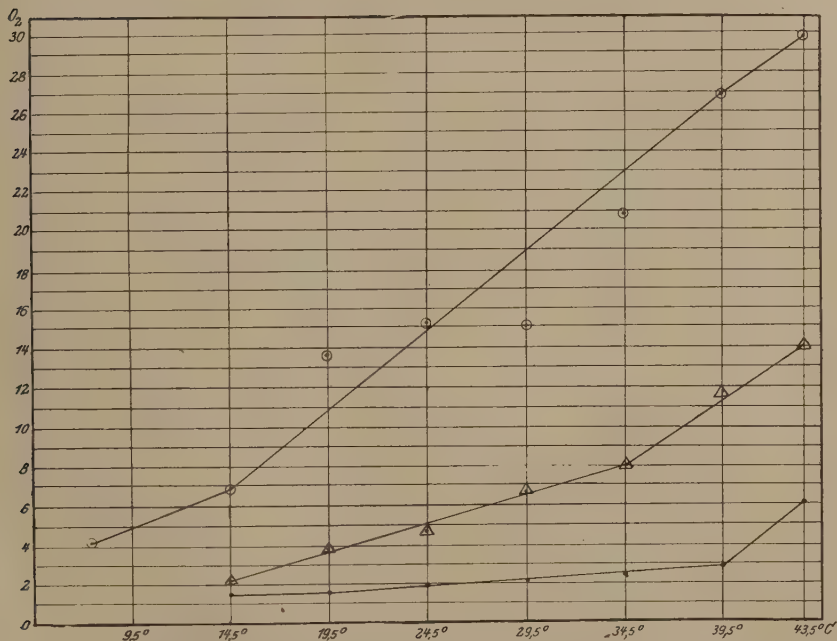


Abb. 35. Abhängigkeit der Atmungsintensität von Ei, I. und 3. Larvenstadium von der Temperatur.

● Ei, ○ L I, △ L III. Bei Ei und L I ein Teilstrich = 0,001, bei L III = 0,01 ccm O₂.

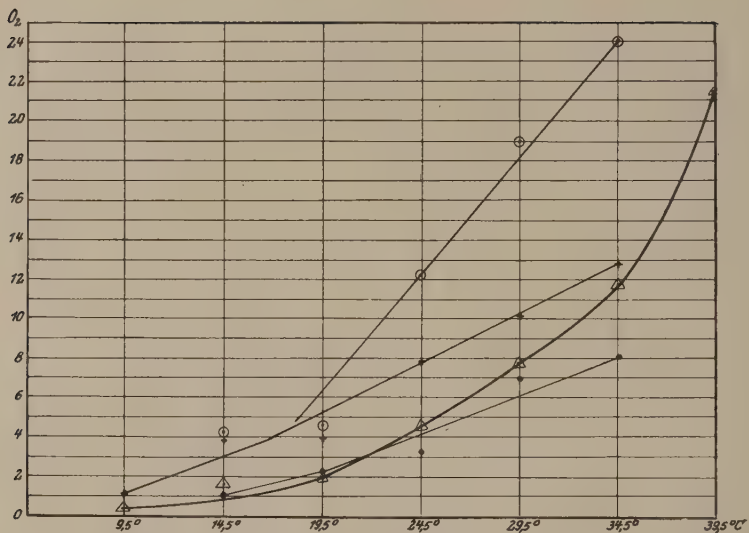


Abb. 36. Abhängigkeit der Atmungsintensität vom 5. Larvenstadium und der Imagines von der Temperatur.

● L V, + ♀ jung, △ ♀ alt, ○ ♂ jung. Ein Teilstrich = 0,1 ccm O_2 .

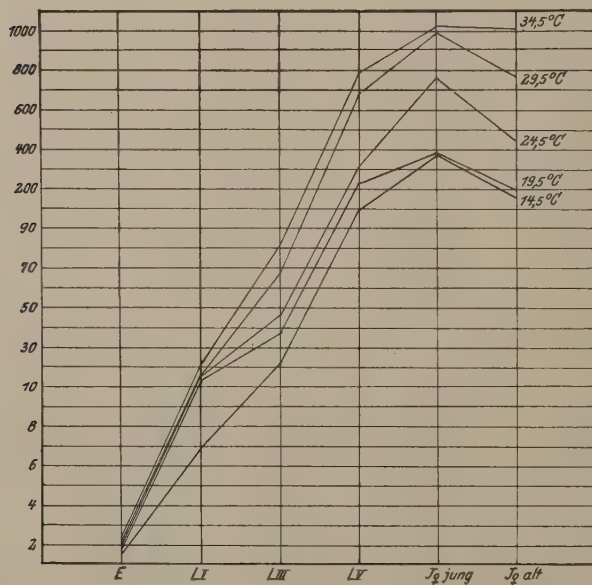


Abb. 37. Vergleich der Atmungsintensität der verschiedenen Stadien bei gleicher Temperatur pro Individuum.

steiler als bei den gleichaltrigen Weibchen und erreicht schon bei 35° C ihr Maximum.

Die alten Weibchen zeigen trotz der Gewichtszunahme im allgemeinen eine kleinere Atmungsintensität als die jungen Tiere. Nur über 40° C ist ihre Atmung stärker als bei den jungen Tieren der gleichen Temperatur.

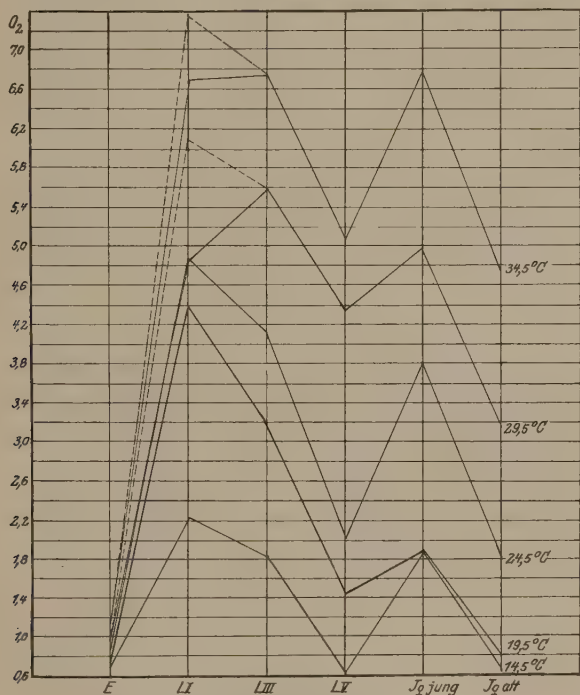


Abb. 38.

Vergleich der Atmungsintensität der verschiedenen Stadien bei gleicher Temperatur pro Einheitsgewicht (10 g).

Wir sehen also:

1. Mit der fortschreitenden Entwicklung wird die Atmungskurve (berechnet pro Individuum) immer steiler. Eine Ausnahme bilden die alten Weibchen, deren Werte niedriger als bei jungen Tieren sind.

2. Zwischen 35 und 40° C erfolgt eine plötzliche Steigerung der Atmungsintensität.

3. Hüpfer V und Imagines zeigen bei Temperaturen über 40° C ein Fallen der Kurve. Eine Ausnahme bilden junge Männchen, deren Atmungskurve schon zwischen 35—40° C zu fallen beginnt. Sowohl der Anstieg wie auch das Abfallen der Kurve erfolgt auch innerhalb eines Stadiums nicht bei allen Individuen gleichzeitig, wodurch man manchmal stark von einander abweichende Ablesungswerte erhält.

Tabelle 22.

O₂-Verbrauch von *Schistocerca* pro 10 g Gewicht und Stunde gemessen in ccm bei 0° C und 760 mm Luftdruck.

Temperatur ° C	Eier	Larven I	Larven III	Larven V	♀ jung	♂ jung	♀ alt
14—15	0,68	2,21	1,83	0,63	1,87	2,40	0,65
19—20	0,73	4,36	3,17	1,44	1,88	2,63	0,81
24—25	0,86	4,87	3,92	2,01	3,80	6,97	1,82
29—30	0,95	4,84	5,58	4,34	4,98	10,86	3,15
34—35	1,14	6,70	6,75	5,06	6,80	13,72	4,73
39—40	1,32	8,62	9,75 11,00	10,38	4,15 6,17 7,45	6,26	7,43 8,48 9,22 10,40
43—44	2,82	9,48	12,50	5,79	7,59 7,00	7,29	7,43 8,48 9,03 12,06
							8,23 8,91 9,03 12,06
							9,06 8,13
							8,59

Wir erhalten also Kurven, welche im normalen Temperaturbereich annähernd als Gerade verlaufen und Abweichungen bei Temperaturen unter 10—15° sowie über 35° C zeigen. Dies Ergebnis deckt sich völlig mit dem der bekannten Arbeiten von Krogh und v. Buddenbrock. Die theoretische Deutung dieser Kurve dürfte wohl am ehesten als flache logarithmische Kurve analog den Ergebnissen von Krogh zu erfassen sein.

c) Vergleich der Atmungsintensität pro Individuum und pro Gewichtseinheit.

Als Grundlage dieses Vergleiches dient uns Tabelle 22. Die graphische Darstellung auf der Figur zeigt uns das zu erwartende Resultat:

1. Bei Vergleich der Zunahme des O₂-Verbrauchs bei gleicher Temperatur in den verschiedenen Stadien ergibt sich für die Individuen eine starke Zunahme von Stadium zu Stadium.

2. Bei Vergleich der Zunahme des O₂-Verbrauchs bei gleicher Temperatur in den verschiedenen Stadien auf ein Einheitsgewicht (von 10 g) bezogen sich folgendes: Vom 1.—5. Stadium nimmt die Atmungsintensität ständig ab. Dies entspricht dem Oberflächengesetz von Rubner, wonach bei Tieren gleicher Art bei gleicher Temperatur der Stoffwechsel proportional der Körperfläche wächst, auf Gewichtseinheiten bezogen also ständig abnehmen muß. Das Eistadium hat nur einen sehr geringen O₂-Verbrauch, so daß der Kurvenanstieg zum ersten Stadium nicht als Unregelmäßigkeit zu betrachten ist, zumal der Eistoffwechsel stets besonderen Gesetzen folgt. Ferner weisen die frisch geschlüpften Imagines noch eine stark erhöhte Stoffwechselintensität auf. Hingegen liegt die Stoffwechselintensität der alten Weibchen zur Zeit der Eiablage wieder unter der des fünften Larvenstadiums.

d) Lebensdauer ohne Nahrung, Gewichtsverlust und relative Luftfeuchtigkeit.

In den folgenden Zeilen bringen wir einiges statistisches Material zu den in der Überschrift genannten Problemen. Unser Material ist zu dürftig, um allgemeine oder nur deutliche Schlußfolgerungen zu gestatten. Da es sich um Versuche auf Neuland handelt, die hoffentlich in großem Ausmaße bald wiederholt werden können, seien sie als Anregung hier beigebracht.

1. Versuch an frisch geschlüpften Larven.

In der ersten Versuchsreihe wurde leider auf den Einfluß verschiedener Luftfeuchtigkeit noch nicht geachtet. Tabelle 23 zeigt, daß bei der herrschenden Außentemperatur eine durchschnittliche Lebensdauer von 3,75, eine maximale von 9 Tagen im Hungerzustande besteht. Aus Abb. 39 geht hervor, daß die größte Sterblichkeit am 2. und 3. Tage bestand. Die relative Luftfeuchtigkeit der Umgebung schätzen wir auf 80—90%.

Tabelle 23.

Lebensdauer und Gewichtsabnahme an früh geschlüpften Larven von *Schistocerca gregaria* im Hungerversuch.

Versuch I. 10 Tiere, einige Stunden nach dem Schlüpfen bei $\pm 15^{\circ}$ C.

Datum	Gesamtgewicht	Durchschnittsgewicht	Gestorben am	Gewicht pro Tier	Lebensdauer in Tagen	Durchschnittliche Lebensdauer	Gesamter Gewichtsverlust in g	Gesamter Gewichtsverlust in %	Täglicher Gewichtsverlust pro Tier	Täglicher Gewichtsverlust in %
29. III. 29	0,233	0,0023	31. III.	0,020	2	3,4	0,0384	16,45	0,001	4,85
			31. III.	0,020	2					
			31. III.	0,020	2					
			31. III.	0,020	2					
			1. IV.	0,020	3					
			1. IV.	0,020	3					
			2. IV.	0,0195	4					
			3. IV.	0,019	5					
			3. IV.	0,019	5					
			4. IV.	0,016	6					

Versuch II. 10 frisch geschlüpfte Larven bei $\pm 15^{\circ}$ C.

29. III. 29	0,210	0,02	31. III.	0,02	2	3,8	0,046	22,07	0,001	5,86
			31. III.	0,02	2					
			31. III.	0,021	2					
			1. IV.	0,017	3					
			1. IV.	0,017	3					
			1. IV.	0,017	3					
			1. IV.	0,017	3					
			2. IV.	0,014	4					
			5. IV.	0,016	7					
			7. IV.	0,019	9					

2. Versuche am 2., 3. und 5. Larvenstadium.

Über die Verhältnisse bei den späteren Larvenstadien geben die Tabellen 24 und 25 Auskunft.

Tabelle 24.

Gewichtsabnahme und Lebensdauer von Larven des III. Stadiums im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Beginn am 21. IV. 1929.

% relativer Luftfeuchtig- keit	Gesamt- gewicht	Durch- schnitts- gewicht	Gestorben am	Gewicht	Lebens- dauer in Tagen	Gesamt- gewichts- verlust	Gesamt- gewichts- verlust in %	Täglicher Ge- wichtsverlust in %
0	0,544	0,109	{ 24. IV. 25. IV. 26. IV. 26. IV. 28. IV.	{ 0,043 0,064 0,038 0,038 0,079	{ 3 4 5 5 7 } 4,8	0,282	51,9	12,6
20	0,762	0,152	{ 22. IV. 22. IV. 22. IV. 23. IV. 23. IV.	{ 0,113 0,113 0,114 0,097 0,097	{ 1 1 1 2 2 } 1,4	0,228	29,9	21,3
40	0,487	0,122	{ 24. IV. 25. IV. 26. IV. 28. IV.	{ 0,102 0,073 0,082 0,051	{ 3 4 5 7 } 4,8	0,180	36,9	7,7
60	0,613	0,122	{ 26. IV. 26. IV. 26. IV. 28. IV. 29. IV.	{ 0,074 0,074 0,075 0,047 0,086	{ 5 5 5 7 8 } 6,0	0,260	42,4	7,0
80	0,571	0,114	{ 25. IV. 25. IV. 25. IV. 26. IV. 28. IV.	{ 0,074 0,074 0,074 0,074 0,091	{ 4 4 4 5 7 } 4,8	0,184	32,3	7,8
100	0,575	0,115	{ 25. IV. 26. IV. 28. IV. 28. IV. 28. IV.	{ 0,109 0,052 0,106 0,106 0,108	{ 4 5 7 7 7 } 6,0	0,094	16,4	2,7

Tabelle 25.

Gewichtsabnahme und Lebensdauer von Larven des V. Stadiums im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Temperatur $\pm 25^{\circ}$ C. Beginn am 7. V. 1929

% relativer Luftfeuchtigkeit	Gewicht	Gestorben am	Gewicht	Lebensdauer in Tagen	Gewichtsverlust	Gewichtsverlust in %	Durchschnittlicher Gewichtsverlust total	Durchschnittlicher Gewichtsverlust
0	1,658 1,332 1,009 1,378	8. V. 8. V. 8. V. 8. V.	1,423 1,171 0,835 1,110	1,0	0,235 0,161 0,174 0,268	14,1 12,1 17,2 19,5	15,5	15,5
20	0,670 0,706 0,721	10. V. 8. V. 8. V.	0,583 0,649 0,581	1,8	0,087 0,057 0,110	12,9 8,0 19,4	13,5	7,9
40	1,074 1,305 1,071 0,995	9. V. 8. V. 9. V. 8. V.	0,907 1,071 0,907 0,905	1,5	0,167 0,234 0,164 0,090	15,5 17,8 15,3 9,0	14,7	9,8
60	0,669 1,214 1,376 1,012	8. V. 8. V. 9. V. 9. V.	0,559 1,037 1,041 0,842	1,5	0,110 0,177 0,335 0,170	16,4 14,5 12,2 8,4	18,5	12,3
80	1,432 1,025 0,860	9. V. 9. V. 11. V.	1,372 0,855 0,794	2,7	0,160 0,170 0,066	11,1 16,5 7,6	11,9	4,4
100	1,503 1,573 1,743	13. V. 10. V. 9. V.	1,148 1,357 1,383	3,7	0,355 0,211 0,360	20,2 13,8 20,6	19,2	5,2

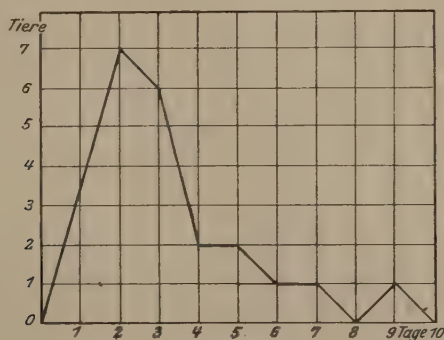


Abb. 39. Mortalität der frisch geschlüpften Larven im Hungerversuch.

3. Versuche mit Tieren zur Zeit der 2. Eiablage (März 1929).
Ganz andere Resultate ergeben alte Imagines.

Tabelle 26.

Gewichtsabnahme und Lebensdauer von Imagines zurzeit der 2. Eiablage im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Temperatur $\pm 15^{\circ}$ C. Beginn am 28. III. 1929.

% relativer Luftfeuchtig- keit	Ge- schlecht	Gewicht	Ge- storben am	Gewicht	Lebens- dauer in Tagen	Ge- wichts- verlust	Ge- wichts- verlust in %	Durchschnitt- licher Verlust in %	Durchschnitt- licher täglicher Verlust in %
0	♂	1,466	30. III.	1,142	2	0,324	22,7	22,4	11,2
	♂	1,920	30. III.	1,393	2	0,527	27,4		
	♀	2,646	30. III.	2,106	2	0,451	17,0		
	♀	2,310	30. III.	1,783	2	0,527	22,7		
20	♂	1,668	31. III.	1,204	3	0,464	27,2	22,9	7,9
	♂	1,542	31. III.	1,103	3	0,439	28,4		
	♀	2,843	31. III.	2,250	3	0,593	20,8		
	♀	3,017	31. III.	2,489	3	0,528	17,7		
40	♂	1,465	31. III.	1,162	3	0,303	20,7	16,9	5,6
	♂	1,402	31. III.	1,130	3	0,272	19,2		
	♀	3,019	31. III.	2,644	3	0,375	12,4		
	♀	2,507	31. III.	2,121	3	0,386	15,4		
60	♂	1,531	31. III.	1,269	3	0,262	17,3	15,0	4,0
	♂	1,698	31. III.	1,566	3	0,132	8,9		
	♀	3,122	3. IV.	2,497	6	0,625	20,0		
	♀	2,681	31. III.	2,293	3	0,388	14,4		
80	♂	1,951	31. III.	1,746	3	0,235	12,0	9,9	3,3
	♂	1,521	31. III.	1,331	3	0,190	12,5		
	♀	2,566	31. III.	2,364	3	0,202	7,8		
	♀	1,968	31. III.	1,818	3	0,149	7,5		
100	♂	1,454	5. IV.	1,387	8	0,047	3,2	5,7	0,8
	♂	1,982	5. IV.	1,708	8	0,174	8,7		
	♀	2,357	4. IV.	2,123	7	0,234	9,9		
	♀	2,759	1. IV.	2,728	4	0,031	1,1		

4. Ergebnisse.

Zunächst belehrt uns Abb. 40, daß der tägliche Gewichtsverlust nicht kontinuierlich ist. Auch bei den in luftgesättigter Atmosphäre lebenden Tieren ist die Gewichtsabnahme am ersten Tage sehr stark, um dann beträchtlich herabzusinken.

Tabellen 27—29 zeigen, daß beim 2. und 3. Larvenstadium der stärkste Gewichtsverlust bei 0 % und bei 60 % relativer Luftfeuchtigkeit eintritt, der geringste bei 20 % und bei 100 %. Es ist natürlich völlig

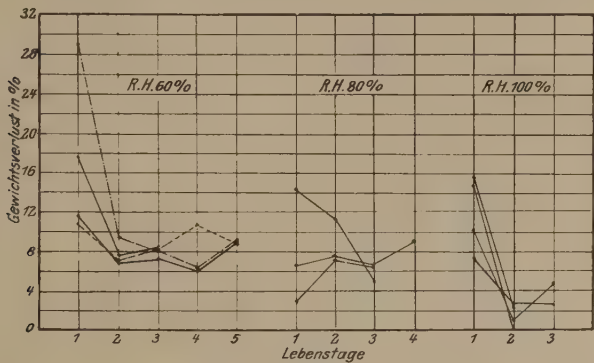


Abb. 40.

Tägliche Gewichtsabnahme von Larven des 5. Stadiums im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

klar, daß es sich bei der Gewichtsabnahme unter 20 % und 100 % um völlig verschiedene physiologische Prozesse handelt, deren Analyse uns das bisher vorliegende Material nicht gestattet.

Tabelle 27.

Gesamtgewichtsverlust der einzelnen Stadien im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Relative Luftfeuchtigkeit	Larve II	Larve III	Alte Imagines
0 %	48,5	51,9	22,4
20 %	17,0	29,9	22,9
40 %	23,6	36,9	16,9
60 %	42,1	42,4	15,0
80 %	28,4	32,3	9,9
180 %	5,2	16,4	5,7

Tabelle 28.

Täglicher Gewichtsverlust der Stadien in Prozenten im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Relative Luftfeuchtigkeit	Larve II	Larve III	Larve V	Alte Imagines	Durchschnittl. Gewichtsverlust in %
0 %	11,0	12,6	15,5	11,2	12,8
20 %	17,0	21,3	13,5	7,9	14,9
40 %	7,8	6,4	14,7	5,6	8,6
60 %	12,4	7,0	11,3	4,0	8,7
80 %	18,9	7,8	6,2	3,3	9,0
100 %	1,5	3,1	5,7	0,8	2,8

Tabelle 29.

Lebensdauer der einzelnen Stadien im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit

(Zusammenfassung aller Versuche)

Relative Luftfeuchtigkeit	Larve II	Larve III	Larve V	Alte Imagines	Durchschnittl. Lebensdauer in Tagen
0 %	4,4	4,1	1,0	2,0	2,9
20 %	1,0	2,7	1,8	3,0	2,1
40 %	3,0	5,3	1,5	3,0	3,2
60 %	3,4	5,5	3,0	4,8	3,9
80 %	1,5	6,1	2,5	3,0	3,4
100 %	3,5	4,7	3,0	5,8	4,5

Die Lebensdauer ist in Tabelle 29 und Abb. 39 zusammengestellt. Es geht daraus deutlich hervor, daß bei hungernden Tieren die Lebensdauer in feuchter Umgebung zunimmt. Ebenso deutlich ist diese Er-

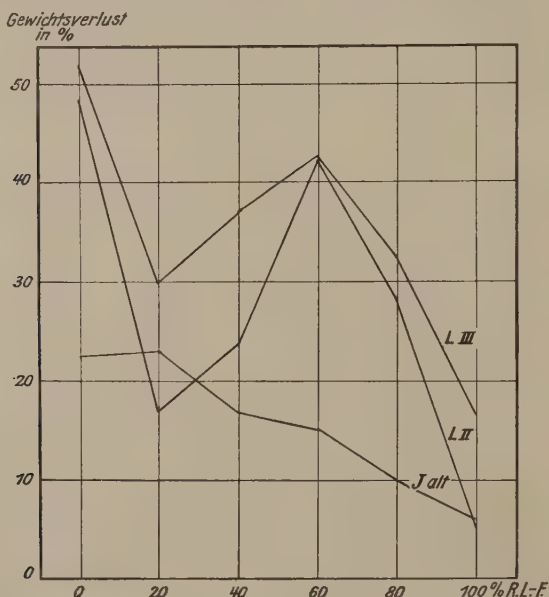


Abb. 41. Gesamtgewichtsabnahme verschiedener Stadien bei verschiedener Luftfeuchtigkeit bis zum Tode.

scheinung bei Abb. 42, in der die Lebensdauer in % der Lebensdauer bei 100 % iger Luftfeuchtigkeit dargestellt ist.

Alle Ergebnisse beziehen sich nur auf hungernde Tiere, können daher keineswegs auf natürliche Verhältnisse angewandt werden, umso weniger

in der Wüste und Vorwüste große tägliche Schwankungen in der Luftfeuchtigkeit stattfinden. Immerhin ist festzuhalten, daß im Hunger die

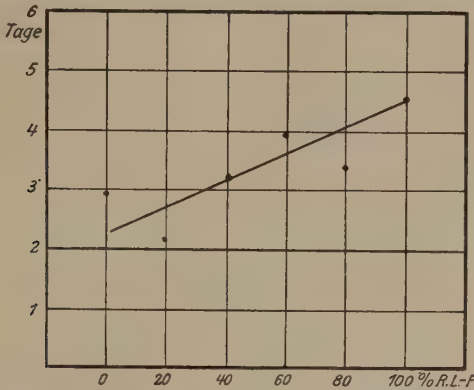


Abb. 42. Durchschnittliche Lebensdauer bei verschiedener Luftfeuchtigkeit im Hungerversuch.

längste Lebensdauer und geringste Gewichtsabnahme in feuchter Umgebung stattfindet und daß im Hungerstoffwechsel wenigstens eine extrem aride Umgebung ausgesprochen ungünstig ist.

H. Zur Biologie und Bionomie von *Schistocerca gregaria*.

Von F. S. Bodenheimer.

a) Über die Larvenstadien.

Uvarov (1928 S. 250) beklagt das Fehlen guter Beschreibungen von *Schistocerca gregaria*. Dem kann ich nicht beistimmen. Die farbigen Abbildungen und Beschreibungen von Künckel d'Herculais, Vosseler und Gough in ihren bereits zitierten Arbeiten sind gut und ausreichend. Gänzlich irreführend sind nur die von Uvarov (Taf. IX. Abb. 1—5) abgebildeten Farbenskizzen.¹⁾ Vielleicht handelt es sich dabei um einen Fehldruck; anderenfalls kann nur angenommen werden, daß es sich nicht um Larven der echten Wanderphase handelt, sondern um Tiere, welche einen Übergang von der Wander- zur Einzelphase darstellen. Unsere Larven aus beiden Jahren stimmen in der Zeichnung völlig mit den Beschreibungen der oben erwähnten Autoren überein. Der Irrtum Uvarovs veranlaßt mich, hier nochmals die Larven kurz nach der Natur zu beschreiben. Die Maße stammen alle aus Naturfängen des Frühjahrs 1929.

1. Stadium: Schwarz. Kopf ganz schwarz mit feiner schmutziggelber Medianlinie, die sich auf Brust und Rücken fortsetzt. Nur Mundanhänge teilweise schmutzig gelb. Pro-, Meso- und Metapleurum mit schmutzig gelber Bindenzeichnung, die sich auf dem Abdomen in der vorderen Hälfte fortsetzt. Die Unterseite heller. An den Seiten und in der Mittellinie schmutzig gelb. Zu beiden Seiten der Mittellinie schmutzig grau gefärbt. Antennen schwarz, Augen braun.

Hinterfemur schwarz. An der unteren Kante sowie dicht über dem Ende schmutzig gelbe Binde (innen und außen). Hintertibie schwarz, an der inneren Kante schmutzig gelb, Dorn schwarz, Tarsen schwarz. Unterseite schmutzig gelb. Hintercoxen vorwiegend gelblich.

Messungen des 1. Larvenstadiums in mm.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Körperlänge	9,4	10,0	7,5
Antennenlänge	3,4	4,0	3,0
Zahl der Antennenglieder	12—13		
Kopfhöhe	3,5		
Kopfbreite	2,0	2,5	1,5
Prothoraxlänge	2,0	2,0	1,5
Hinterfemurlänge	5,0	5,5	4,0
Hintertibienlänge	4,9	5,5	4,5
Elytrenlänge	—	—	—
Flügelänge	—	—	—

¹⁾ Bei der Bedeutung des Buches von Uvarov konnte dieser Hinweis nicht unterlassen werden.

2. Stadium: Grundfarbe Schwarz. Kopf zwischen Antennen und Antennenbasis blaßrosa. Zeichnung derselben Farbe am Hinterrand des Kopfes. Antennenglieder am distalen Ende mit schmaler blaßrosa Binde. Der mediane Längskiel auf Kopf und Brust ganz vorwiegend schwarz; am Hinterbrustende kurze blaßrosa Striche, denen auf dem Abdomen Punkte ebensolcher Farbe folgen. An der Abdomenseite starke gelbliche Tüpfelung. Unterseite wie zuvor. Zeichnung auf den Pleuren verstärkt sonst wie 1. Stadium.

Hinterfemur auf Außen- und Innenseite schwarz, aber fast ganz von einer breiten blaßrosa Binde umgeben, die nur am oberen Rande nicht ganz umschließt. Hinterende schwarz. Hintertibien blaßrosa mit breiter schwarzer Binde am distalen und proximalen Ende. Dornen schwarz. Tarsen oben schwarz, unten gelblich. Hintercoxen blaßrosa.

Messungen des 2. Larvenstadiums in mm.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Körperlänge	14,6	18,0	10,0
Antennenlänge	5,6	6,0	3,5
Zahl der Antennenglieder	16—17		
Kopfhöhe	4,8	5,5	4,0
Kopfbreite	3,1	4,5	3,0
Prothoraxlänge	3,2	4,0	3,0
Hinterfemurlänge	6,9	8,0	5,0
Hintertibienlänge	6,8	8,0	5,5
Elytrenlänge	0,5	—	—
Flügelänge	0,4	—	—

3. Stadium: Ähnlich 2. Stadium, nur akzentuierter, über die gelbe Tupfung gerieft, auch auf dem Thorax über Unterseite schwarz, am Abdomen mit einer gelben medianen und zwei weißlichen lateralen schmalen Binden. Elytren und Flügel-Rudimente kurz, schwarz.

Messungen des 3. Larvenstadiums in mm.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Körperlänge	16,2	19,5	14,0
Antennenlänge	5,9	6,5	4,5
Zahl der Antennenglieder	19—20		
Kopfhöhe	5,5	6,0	5,0
Kopfbreite	3,9	4,5	3,5
Prothoraxlänge	4,3	5,0	3,5
Hinterfemurlänge	8,5	9,5	7,5
Hintertibienlänge	8,7	10,0	8,0
Elytrenlänge	1,8	—	—
Flügelänge	1,6	—	—

4. Stadium: Ähnelt sehr dem vorhergehenden. Die zitronengelbe Färbung überwiegt stark die blaßrosa, die in ein rosabraun übergeht. Besonders auf Thorax und Abdomen verstärkt sich die gelbe Tüpfung. Hintercoxen, Femura und Tibien gelb statt rosa, sonst unverändert. Die vorderen Tarsen gelblich, die hintere Hälfte des letzten Tarsus schwarz. Unterseite vorwiegend gelblich, mit schwarzen Tüpfen. An Längsbinden sind vorhanden: 1 schwarze mediane Längsbinde am Rücken. Eine schmale schwarze Binde, an die sich nach unten eine schmale weiße Binde anschließt.

Auf der Unterseite median von der weißen eine schmale graue Längsbinde, an die sich eine breite gelbe, schwarz getüpfte Zone anschließt. In der Mitte eine schmale reingelbe Längsbinde.

Elytren und Flügel gelb mit schwarzer Streifung auf den Adern; erstere reichen bis zum Hinterrand des Metanotums, letzter mehr oder weniger bis zum Hinterrand des ersten Abdomensegments.

Messungen des 4. Larvenstadiums in mm.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Körperlänge	27,9	35,2	24,5
Antennenlänge	8,7	9,5	7,5
Zahl der Antennenglieder	21—22		
Kopfhöhe	7,9	8,0	7,5
Kopfbreite	5,5	6,0	5,0
Prothoraxlänge	7,3	8,0	6,5
Hinterfemurlänge	13,0	14,5	11,5
Hintertibienlänge	13,0	14,0	11,5
Elytrenlänge	6,2	7,5	5,0
Flügelänge	5,9	6,5	5,0

5. Stadium: Dem 4. Stadium abgesehen von der Größe, fast gleich. Das Pronotum wird einheitlicher, da die blasse Streifung zurücktritt. Die Elytren erreichen das Ende des 2., die Flügel des 3. Abdominalsegmentes. Die Geschlechtsanhänge sind deutlich ausgebildet und gestatten eine Scheidung der Geschlechter.

Messungen des 5. Larvenstadiums in mm.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Körperlänge	41,4	47,0	34,0
Antennenlänge	12,0	15,5	11,0
Zahl der Antennenglieder	23—24		
Kopfhöhe	10,0	11,0	9,0
Kopfbreite	7,0	7,5	6,5
Prothoraxlänge	10,2	11,0	9,0
Hinterfemurlänge	18,9	20,5	16,5
Hintertibienlänge	18,6	20,5	16,5
Elytrenlänge	16,1	18,0	14,0
Flügelänge	14,2	15,5	11,5

Durchschnittsmaße der Elterntiere in mm.

	♂	♀
Körperlänge	51,0	51,4
Antennenlänge	14,0	16,0
Zahl der Antennenglieder	24	24
Kopfhöhe	10,8	11,0
Kopfbreite	7,8	8,2
Prothoraxlänge	10,0	10,2
Hinterfemurlänge	23,1	15,5
Hintertibienlänge	22,3	24,3
Elytrenlänge	55,4	
Flügelänge	53,0	

b) Einiges über das Wachstum.

Inbezug auf das Längenwachstum der afrikanischen Wanderheuschrecke habe ich bereits früher gezeigt,¹⁾ daß es wie bei allen Orthopteren einer gewissen Regelmäßigkeit unterliegt; die Längenprogression beträgt im allgemeinen pro Stadium 1,26, d. h. es tritt eine Verlängerung von $\frac{1}{4}$ ein. Diesmal sei dem Gewichtswachstum einige Aufmerksamkeit geschenkt. Wir hatten in der eben erwähnten Arbeit bereits darauf hingewiesen, daß 1,26 der 3. Wurzel aus 2 entspricht. Gewicht oder Volumen bedeutet aber die 3. Potenz der Längeneinheit. Unsere Wägungen ergaben:

(Siehe Tabelle 30 auf S. 520.)

Wir finden also eine weitere Bestätigung der Ansicht, daß eine Häutung bei Orthopteren bei einer Gewichtsverdoppelung eintritt. Nur im 4. und 5. Larvenstadium ist eine gewisse Unregelmäßigkeit entstanden, welche infolge der Einschiebung eines latenten Teilungsschrittes d. h. Häutung erst nach zweimaliger Verdoppelung des Gewichts entsteht. Von besonderem Interesse ist aber eine Erscheinung, welche wir bereits von Mantiden und Dixippus kennen, daß eine Eiablage, resp. Geschlechtsreife der weiblichen Tiere erst nach einer weiteren Verdoppelung des Gewichts eintritt. Die Präovipositionsperiode entspricht also einem weiteren Entwicklungsstadium.

Eine weitere Bestätigung ergaben Zuchten aus dem Jahre 1928 (Mitte Mai bis Anfang Juli) in Tel Aviv. Die Gewichte betrugen in g:

	I	II	III	IV	V	Imago jung	Imago alt
empirisch	0,011	0,042	0,086	0,086	0,632	1,287	2,437
errechnet	0,010	0,038	0,076	0,152	0,304	1,278	2,437

Die Hüpfer stammten aus Jericho. Es ist heute nicht mehr genau festzustellen, ob die Wägungen des ersten Stadiums sich auf frisch geschlüpfte oder von Jericho transportierte Hungertiere handelt.

¹⁾ F. S. Bodenheimer, Über Regelmäßigkeiten in dem Wachstum von Insekten. Deutsche Entom. Zeitschr. 1927, S. 33—57.

Tabelle 30.
Tabellen zum Gewichtswachstum.

Stadium	Gewicht in g	Durchschnitts- gewicht in g	Theoretisch berechnetes Gewicht in g	Abweichung in %
1. Stadium (frisch geschlüpft, unausgefärbt)	0,0214 0,0246 0,0230 0,0240 0,0228	0,0232	0,0232	0,0
2. Stadium	0,0469 0,0492 0,0463 0,0479 0,0502	0,0481	0,0464	3,5
3. Stadium	0,0943 0,0965 0,2007 0,0902 0,0948	0,0953	0,0928	2,6
4. Stadium	0,2765 0,2590 0,2360 0,2185 0,1900 0,2675 0,1705	0,2311	0,1856 0,3712	
5. Stadium (ganz kleines Tier)	0,7620 0,4320 0,5340 0,4940 0,4190	0,5280	0,7424	
♀ frisch geschlüpft Mai 1929	1,038 1,995 1,843 1,454 1,101	1,4860	1,4848	0,08
♀ reif zur Eiablage März 1929	2,811 2,635 2,878 3,115 2,973	2,8820	2,9396	2,9

Eine andere Gewichtsentwicklungsreihe, die derselben Jerichoer Population entstammt und die ich leider hier nicht wiedergeben kann, zeigt den latenten Teilungsschritt zwischen dem 1. und 2. Stadium bereits, wodurch die übrige Reihe die gute Verwirklichung der Verdoppelung sehr klar zeigt.

Die absoluten Maße sowohl der Längen- wie Gewichtseinheiten wechseln je nach den äußeren Bedingungen stark. Gewichte und Maße verschiedener Zuchten in Palästina sowie Vergleiche mit Maßen aus anderen Ländern (z. B. Ägypten) zeigen das deutlich.

c) Zur Gewichtsstatistik und Variabilität.

Titschack hat in seiner grundlegenden Arbeit über die Kleidermotte¹⁾ meines Wissens zuerst darauf hingewiesen, daß die verschiedene Aktivitätsbereitschaft der beiden Geschlechter eines Insekts größtenteils auf den Gewichtsunterschied beider zurückzuführen sei, bei der das Weibchen in der Relation $\frac{\text{Flugfläche}}{\text{Körpergewicht}}$ schlechter abschneidet als das Männchen. Die entsprechenden Verhältnisse für *Schistocerca gregaria* gehen aus den Tabellen 31 und 32 hervor.

Tabelle 31.

Gewichte von *Schistocerca gregaria*-Imagines vor der Eiablage
(März 1929, Djuni).

	Gewicht			Oberfläche der		Flugfläche Körpergewicht	Gewicht Hinterbeine Körpergewicht
	des Körpers in g	der Hinter- beine in g	der Ovarien in g	Elytren in qcm	Flügel in qcm		
♀ 1	2,811	0,342	0,195	13,518	25,771	13,6	0,122
2	2,635	0,282	0,218 (50)	12,554	25,273	13,9	0,107
3	2,878	0,302	0,378 (44)	12,448	23,107	12,6	0,139
4	3,115	0,354	0,541	13,837	25,363	12,5	0,113
5	2,973	0,397	0,461 (60)	11,748	24,818	12,3	0,133
	2,882	0,335	—	37,287		13,0	0,123
♂ 1	1,046	0,130	—	8,682	16,160	23,7	0,125
2	1,908	0,248	—	9,957	19,761	15,4	0,130
3	1,695	0,327	—	10,425	18,750	17,2	0,193
4	1,597	0,252	—	9,647	20,461	18,8	0,158
5	1,618	0,294	—	10,970	20,519	19,4	0,182
	1,573	0,250	—	29,066		18,9	0,157
♀	183	134	—	128		68	78
♂	100	100	—	100		100	100

¹⁾ Titschack, Zeitschr. f. techn. Biologie. 1922.

Tabelle 32.

Gewichte von *Schistocerca gregaria*-Imagines nach dem Schlüpfen
(Mai 1929, Jerusalem).

	Gewicht		Oberfläche der		Flugfläche Körpergewicht	Gewicht Hinterbeine Körpergewicht
	des Körpers in g	der Hinter- beine in g	Elytren in qcm	Flügel in qcm		
♀ 1	1,038	0,184	12,284	23,240	34,2	0,177
2	1,995	0,282	13,413	24,502	19,0	0,141
3	1,843	0,257	12,151	22,111	18,6	0,139
4	1,454	0,187	12,550	20,451	22,0	0,128
5	1,101	0,158	12,085	22,642	31,5	0,143
	1,486	0,214	35,085		25,1	0,146
♂ 1	1,115	0,180	9,562	19,295	25,8	0,161
2	0,795	0,125	9,495	18,194	34,7	0,157
3	0,274	0,196	9,827	18,127	21,9	0,154
4	0,182	0,168	9,230	19,455	24,2	0,142
5	0,382	0,267	10,292	20,252	22,1	0,193
	1,149	0,186	28,746		25,7	0,161
♀	121	115	122		97	91
♂	100	100	100		100	100

Während also zur Zeit des Schlüpfens der jungen Imagines das Verhältnis $\frac{\text{Flugfläche}}{\text{Körpergewicht}}$ bei ♀:♂ = 97,6:100 beträgt, also ungefähr gleich ist, verschiebt es sich zur Eiablagezeit beträchtlich und wird 68,2:100, d. h. auf 1 qcm Flugfläche des ♀ kommt ein erheblich höheres Körpergewicht (ca. $\frac{1}{3}$) als beim ♂.

Für das Springvermögen haben wir die Beziehung $\frac{\text{Gewicht der Hinterbeine}}{\text{Körpergewicht}}$ heranzuziehen. Hier sind die Unterschiede zwischen alten und jungen Imagines nicht mehr so beträchtlich, indem die Relation 99,7:100 sich auf 78,3:100 verschiebt. Während die Flugfläche unverändert bleibt, nimmt der Umfang der Springmuskul des Hinterschenkels mit dem gesamten Körpergewicht noch zu.

Wir sehen also, daß mit der zunehmenden Geschlechtsreife das Weibchen lokomotorisch deutlich hinter dem Männchen benachteiligt ist. Vielleicht führt gerade diese wachsende lokomotorische Erschwerung beim Weibchen mit das Ende der großen Frühjahrswanderung herbei.

Wie Tabelle 33 zeigt, unterliegt die Beziehung $\frac{\text{Körpergewicht}}{\text{Gewicht der Hinterbeine}}$ denselben Schwankungsgrenzen wie zwischen alten und jungen Imagines (6,3—8,8). Die Wägungen bei frisch geschlüpften Tieren sind relativ

Tabelle 33.

Verhältnis des Gewichts der Hinterbeine zum Körpergewicht.

Stadium	Körpergewicht	Gewicht der Hinterbeine	Körpergewicht	Durchschnitt
			Gewicht der Hinterbeine	
1.	0,024	0,0030	8,00	7,63
	0,018	0,0025	7,20	
	0,022	0,0028	7,68	
2.	0,077	0,009	8,55	6,92
	0,058	0,009	6,44	
	0,052	0,008	5,77	
3.	0,123	0,015	8,20	8,04
	0,144	0,014	8,14	
	0,109	0,014	7,78	
4.	0,236	0,029	8,14	7,84
	0,225	0,026	8,65	
	0,217	0,026	8,34	
	0,178	0,022	8,10	
	0,277	0,023	12,04	
	0,259	0,035	7,40	
	0,236	0,036	6,55	
	0,219	0,031	7,06	
	0,190	0,028	6,78	
	0,268	0,039	6,89	
5.	0,171	0,027	6,33	7,17
	1,773	0,225 ¹⁾	7,88	
	0,762	0,145 ²⁾	5,25	
	0,432	0,053	8,16	
	0,419	0,060	7,00	
	0,534	0,070	7,63	
♂ frisch geschlüpft (Durchschnitt 5)	0,494	0,071	7,07	6,3
	1,149	0,186	—	
♀ frisch geschlüpft (Durchschnitt 5)	1,486	0,214	—	6,9
	1,573	0,250	—	
♂ zur Zeit der 2. Eiablage (Durchschnitt 5)	2,882	0,335	—	6,5
♀ zur Zeit der 2. Eiablage (Durchschnitt 5)				8,7
				7,35

¹⁾ Vor Häutung zur Imago.²⁾ Frisch geschlüpft.

nichtssagend, da erst nach der Häutung das starke Muskelwachstum der Hinterschenkel einsetzt, die sofort nach derselben noch ganz leer und unausgefüllt sind.

Bereits im vorigen Absatz haben wir kurz auf die Verschiedenheit in den Maßen der Zuchten aus verschiedenen Ländern hingewiesen. Es dürfte zweckmäßig sein, in möglichst vielen Ländern und möglichst an den Eltern und der unter verschiedenen Bedingungen erzeugten Nachkommenschaft variationsstatistisches Material zu sammeln, das wahrscheinlich im Laufe der Zeit zu einer weitgehenden Analyse der Milieueinflüsse im Verbreitungsgebiet führen dürfte. Als Beispiel solchen Materials sei hier die Längenvariation einiger Körperteile der Muttergeneration im März 1929 angeführt.

(Siehe nebenstehende Tabelle 34.)

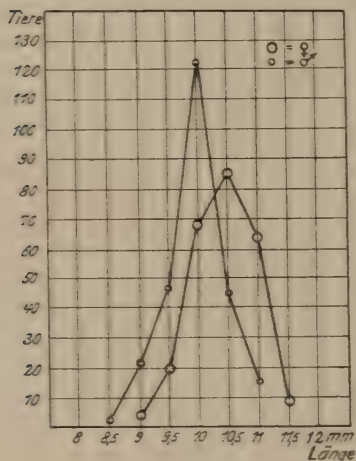


Abb. 43.

Variabilität der Prothoraxlänge der Männchen und Weibchen des eistadiums des Schwarzes

● = ♂, ○ = ♀.

d) Entwicklungsdauer und Diapause.

Über die Entwicklungsdauer im Eistadium besitzen wir keine vollständigen Angaben aus diesem Jahre. Die Dauer des Eistadiums hängt fraglos in erster Reihe von der Außenwärme ab. Gegen den 17. Februar

soll die Eiablage in den transjordanischen Bergen begonnen haben; am 24. März, bei unserem ersten Besuche, hatte das Schlüpfen der Larven vor wenigen Tagen begonnen. Wir können also etwas über 30 Tage als Entwicklungsdauer annehmen. Im Vorjahre hatten die Anfang Mai bei Jericho gelegten Eier nur gegen 14 Tage zu ihrer Entwicklung bedurft.

Angaben aus der Literatur:

In Ostafrika nach Vosseler	16—18 Tage
in Ägypten März April 1915 nach Gough	16—30 Tage
in Palästina März 1915 nach Bücher	4 Wochen
in Indien	6—7 Wochen.

Solange nicht an typischen Eiablageplätzen der Temperaturverlauf von der Eiablagezeit bis zum Schlüpfen der Larven genau bekannt ist, ist es unmöglich, über den effektiven Temperaturbedarf der Eier etwas auszusagen. Wir wissen nur (siehe S. 442), daß bei konstanten Temperaturen unterhalb 20° C und oberhalb 40° C keine Entwicklung mehr stattfindet.

Tabelle 34.

Körpermaße der Muttergeneration von *Schistocerca gregaria*.
(Djuni, März 1929.)

Körperlänge (n ♂ = 250, ♀ = 250)																				
mm:	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
♂	—	—	—	—	3	5	6	10	19	27	41	36	48	34	14	4	3	—	—	1
♀	1	—	1	3	1	7	14	15	24	22	28	29	26	20	22	25	5	5	3	—

Kopfhöhe (n ♂ = 250, ♀ = 250)											
mm:	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0
♂	—	—	2	5	59	94	86	4	—	—	—
♀	—	—	—	1	18	52	113	54	11	1	—

Kopfbreite (n ♂ = 250, ♀ = 250)									
mm:	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
♂	—	2	12	68	133	31	2	2	—
♀	—	—	6	43	127	72	2	—	—

Prothoraxlänge (n ♂ = 250, ♀ = 250)									
mm:	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0
♂	—	2	21	46	122	44	15	—	—
♀	—	—	4	20	68	85	64	9	—

Hinterfemurlänge (n ♂ = 250, ♀ = 250)													
mm:	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
♂	—	—	6	20	66	85	59	13	1	—	—	—	—
♀	—	—	—	5	23	34	57	73	52	7	—	1	—

Hintertibienlänge (n ♂ = 250, ♀ = 250)												
mm:	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
♂	—	1	12	42	105	61	29	2	—	—	—	—
♀	—	—	1	3	37	55	92	51	13	2	—	—

Elytrenlänge (n ♂ = 126, ♀ = 108)																			
mm:	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
♂	—	1	1	3	11	19	26	20	20	12	9	4	—	—	—	—	—	—	—
♀	—	—	—	—	1	2	1	4	4	10	8	10	17	16	14	15	4	2	—

Flügelänge (n ♂ = 125, ♀ = 108)																			
mm:	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
♂	1	1	3	10	12	28	20	22	13	13	1	—	—	—	1	—	—	—	—
♀	—	—	—	1	1	3	3	2	9	13	11	13	23	15	10	4	—	—	—

Wie bei der Ei- hängt auch bei der Larvenentwicklung die Dauer hauptsächlich von der Temperatur ab. Während aber die Eitemperatur derjenigen der umgebenden Bodenschicht mehr oder weniger gleichzusetzen ist, wissen wir aus unseren Untersuchungen über die Körpertemperatur, daß dieselbe bei den Larven von der Außentemperatur während des Tages stark unterschieden ist. Wir verstehen deshalb, daß die Entwicklungsdauer in den verschiedenen Ländern nicht so sehr untereinander abweicht wie die der Eientwicklung.

Tabelle 35.

Entwicklungsdauer der *Schistocerca*-Larven in verschiedenen Ländern.

Land	Tage Larvendauer	Autor
Ostafrika, Steppe . .	50	Vosseler
Ostafrika, Gebirge . .	60—70	Vosseler
Sudan	40—50	King
Algier	44—53	Lallement
Marokko	40	Regierung
Ägypten 1915 . . .	44	Gough
Palästina 1915 . . .	6—8 Wochen	Bücher
Palästina 1929 . . .	42 Tage	Bodenheimer

Das Schlüpfen der Hüpfer aus den Eiern begann am 22. März. Das Schlüpfen der Imagines in größerer Anzahl begann am 3. Mai. Das

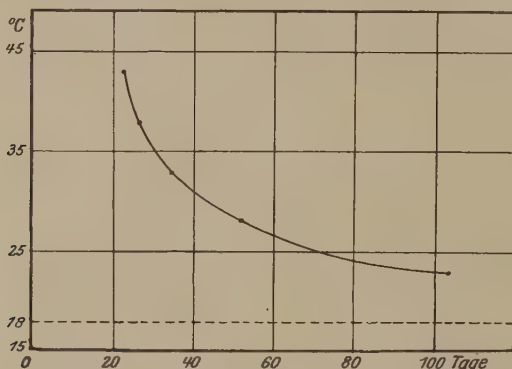


Abb. 44. Hypothetische Temperaturentwicklungskurve der Larven von *Schistocerca gregaria*.

ergibt eine Mindestentwicklungsdauer von 42 Tagen. Während dieser betrug die Körpertemperatur tagsüber gegen 40°C , des Nachts blieb sie unter dem Entwicklungsminimum.

Um einen Begriff von der Entwicklungsdauer unter genau bekannten Temperaturbedingungen zu erhalten, wurden am 2. April frisch geschlüpfte Larven in einen Thermostatraum von 30°C gebracht. Der Nachteil dieses Raumes war seine völlige Dunkelheit, doch scheint dieselbe die Entwicklungsdauer nicht nachteilig beeinflusst zu haben. Die Imagines schlüpften gleichmäßig am 15. Mai, nach 43 Tagen. Der Daueraufenthalt in 30°C entsprach also etwa der effektiven Wärmesumme unter den natürlichen Bedingungen. Das gibt als Ansatz der Temperaturentwicklungskurve bei einer Annahme von 18°C als Entwicklungsnullpunkt:

$$43 (30 - 18) = \text{Th. C.} = 516.$$

Die Thermalkonstante beträgt 516° . Die entsprechende Hyperbel ist als Abb. 44 abgebildet.

Die relative Entwicklungsdauer der einzelnen Larvenstadien ist verschieden. Bei unserer Zucht im Thermostatzimmer betrug sie:

Larvenstadium	Dauer des Stadiums in Tagen	Beginn des Stadiums
1. Stadium . . .	7	2. IV. 29.
2. „ . . .	13	9. IV. 29.
3. „ . . .	7	22. IV. 29.
4. „ . . .	6	5. V. 29.
5. „ . . .	10	15. V. 29.

Noch der Klärung bedürftig ist die Frage der Präovipositionsperiode der Imagines. Wir wissen heute, daß der Farbwechsel der Flieger (von rotbraun über rosa zu gelb) ein gutes Kennzeichen der geschlechtlichen Reife ist. Im Vorjahre begann in Zuchten im Freien im Oktober ein Massensterben und auch in den Zimmerzuchten starben die letzten Imagines im Verlaufe des Dezember. Alle diese Imagines waren noch rotbraun. In Paralellzuchten der Regierung in Jerusalem und Jericho geschah das Gleiche überall, im Freien wie im Zimmer, im warmen Jericho wie im kalten Jerusalem, starben ab Oktober die Imagines vor Erlangung der Geschlechtsreife. Daraus scheint klar zu folgen, daß die normale Entwicklungsdauer ein volles Jahr beträgt, wobei die Präovipositionsperiode der Imagines 10 Monate dauert. Solche Entwicklungszyklen sind unter Acridiern nichts ungewöhnliches und in Palästina kennen wir einen ähnlichen Zuklus von *Anacridium aegyptium* u. a. Andererseits liegen zum mindesten zwei zuverlässige Angaben über eine zu kurze Dauer der imaginalen Reifungsperiode vor. Die eine Angabe stammt aus Nordindien (Cotes; zitiert nach Uvarov 1929, S. 255), die andere aus Ostafrika, wo Vosseler bereits 2—3 Wochen nach der letzten Häutung die erste Eiablage beobachtet.

Nach den neueren Untersuchungen von Roubaud¹⁾ beruht die Diapause bei Insekten auf Störungen im Urat-Stoffwechsel. Die Stoffwechselendprodukte werden nicht genügend rasch aus dem Körper entfernt, sie häufen sich im Fettgewebe an und rufen eine Selbstvergiftung des Körpers hervor. Während der Ruheperiode (im Winter) werden diese Stoffwechselendprodukte entfernt und bei genügender Außenwärme setzt dann sofort die Weiterentwicklung bzw. Eibildung ein. Pospelov²⁾ meint, daß es sich vielleicht bei Insekten-Imagines um symbionische Hefezellen und nicht um den Urat-Stoffwechsel handele. In Zukunft wird großer Wert auf Beobachtungen zu legen sein, ob und unter welchen Umständen eine baldige Eiablage ohne Einschlebung der imaginalen Diapause statt-

¹⁾ E. Roubaud, Les disharmonies de la fonction rénale et leur conséquences biologues chez les moustiques. Ann. Inst. Pasteur, Paris XXXVII 1923 S. 627.

²⁾ V. P. Pospelov, The influence of Temperature on the Maturation and general Health of *Locusta migratoria*. — Bull. Entom. Research XVI. 1926, S. 363.

finden kann. Als Regel haben wir für die Wanderform fraglos an einer einjährigen Entwicklung festzuhalten. Der Farbwechsel in rosa und gelb setzt erst gegen Ende Winter ein. Es sei hier nur erwähnt, daß der Winteraufenthalt der großen, doch wahrlich nicht leicht zu übersehenden Winterschwärme noch ein völlig ungeklärtes Rätsel ist. Die im Oktober bis Anfang November noch recht aktiven Schwärme verschwinden alsdann, ohne daß man weiß, ob sie sich in ganz entlegene Wüstenregionen begeben oder ob sie sich während des Winters zerstreuen und erst Ende Januar wieder versammeln. Wenn auch die erstere Möglichkeit die wahrscheinlichere ist, so wird man doch mit Spannung erwarten, was die tatsächliche Beobachtung — am ehesten wohl in einem der nordafrikanischen Ländern — als Lösung ergibt.

e) Zur Phasentheorie.

Eine äußerst wichtige und interessante Tatsachenreihe knüpft an die Uvarovsche Phasentheorie an. Uvarov stellte vor einer Reihe von Jahren zunächst an der europäischen Wanderheuschrecke (*Locusta migratoria* L.) fest, daß es eine vereinzelt lebende solitäre und eine in Massen erscheinende Wanderform dieser Art gibt, welche auch in Massen erlich morphologisch verschieden sind und in einander übergehen können. Vereinzelt gehaltene Larven aus großen Wanderschwärmen entwickelt sich zur solitären, zu Wanderschwärmen zugesetzte Larven der solitären zur Wanderform. Die biologische Bedeutung dieser Erscheinungen, die übrigens noch keineswegs als geklärt angesehen werden können, beschreibt Uvarov wie folgt: Die solitäre Einzelform vermag die Art über schlechte Jahre hindurch zu halten, indem ihre Vernichtung infolge ihres verstreuten Daseins viel unwahrscheinlicher ist als bei den kompakten Wanderschwärmen. Dem sei, wie es wolle, sicher ist, daß auch bei anderen Wanderheuschrecken solche „Phasen“ genannten Solitär- wie Herdenformen unterschieden werden konnten, so auch bei unserer afrikanischen Wanderheuschrecke. Die gut bekannte Wanderform ist wissenschaftlich als *Schistocerca gregaria phasis gregaria* Forsk., die noch wenig bearbeitete solitäre Phase als *Schistocerca gregaria phasis flaviventris* Burm. bekannt. Johnston (1926) gebührt das Verdienst, im Sudan den tatsächlichen Übergang der beiden Formen in einander erstmalig nachgewiesen und sichergestellt zu haben, daß die solitäre Form bei vereinzelt, die Herdenform bei Massenvorkommen auftritt beziehungsweise vorwiegt. Begnügen wir uns hier mit einer Feststellung dieser Tatsache, ohne eine Analyse der noch ungenügend bekannten Erscheinung zu versuchen.

Die typischen grünen Hüpfen der frühen Stadien, die sich leicht von den unausgefärbten blaßrosa gefärbten wie von den ausgefärbten schwarzen Hüpfen der Wanderform unterscheiden, waren im Mai 1928 in Jericho recht häufig (schätzungsweise 3—5% aller Tiere), im Frühjahr 1929 in den großen Wanderschwärmen in Transjordanien ungeheuer selten. So fand

ich anfang April nach einstündigem Suchen nur ein Individuum der solitären Phase. Bei den Eizuchten im Wärmeschränk schlüpften grüne Larven der solitären Phase in der 1. Serie (siehe Tab. 1, S. 442) insgesamt 8 Stück:

bei 31,5° C und 100 % Luftfeuchtigkeit 3

30,0° C „ 100 „ „ 1

30,0° C „ 80 „ „ 3

25,5° C „ 100 „ „ 1

8 = 20 % aller geschl. Eier;

in der 4. Serie (siehe Tab. 2 S. 442) 1 Stück bei 33° C und 80 % Luftfeuchtigkeit. Von 283 geschlüpften Eiern macht das 0,35 %. Alle grünen Larven entstammen also dem optimalen Klimabezirk der Zuchten. Eingehende Untersuchungen sind erforderlich, um die äußere Bedingtheit des Entstehens der solitären Form zu klären.

Unterschiede zwischen

Schistocerca gregaria phasis gregaria

(Wanderphase)

1. Körperfarbe der geschlechtsreifen Männchen und Weibchen gelb.
2. Frisch geschlüpfte Imagines rosa gefärbt.
3. Larven und Imagines stets in Wanderschwärmen von oft beträchtliche Größe.

Larven fressen jeden Pflanzenwuchs auf ihrem Wege.

4. Färbung der Larven vorwiegend schwarz und gelb.

5. Nach Johnston im Sudan ein Sommer und Herbstbrüter.

6. Gewöhnlich ein Einwanderer.

Schistocerca gregaria phasis flaviventris

(Einzelphase)

- Körperfarbe der geschlechtsreifen Männchen und Weibchen grau-lichgrün.
- Frisch geschlüpfte Imagines grau-lichweiß gefärbt.
- Larven und Imagines nicht in Herden lebend.

Zwischenformen bilden kleinere Schwärme und wandern nicht.

Larven sind wählerisch in der Nahrung.

Auch die Imagines bei der Geschlechtsreife vereinzelt.

Färbung der Larven einfarbig grün bisweilen mit Spuren schwarzer Zeichnung.

Nach Johnston im Sudan wahrscheinlich ein Winterbrüter.

Wandert nicht, sondern vermehrt sich an ständigen Brutplätzen und zerstreut sich nachher.

f) Eizahl und Eiablage.

Die Eiablage erfolgt der Literatur zufolge vorwiegend im sandigen Boden. Im Mai 1928 erfolgte sie bei Jericho auf ausgesprochen schwerem Boden, der unter Bewässerung war. Es handelte sich teils um Bananenpflanzungen, teils um Gurkenfelder.

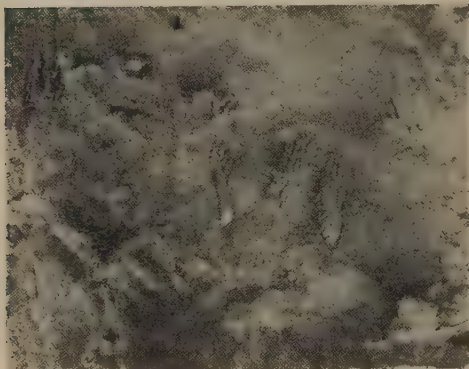
*a**b*

Abb. 45. Eipakete von *Schistocerca gregaria* in situ. *a* In Sand- *b* in typischem Gebirgsboden.
(Phot. Fraenkel.)

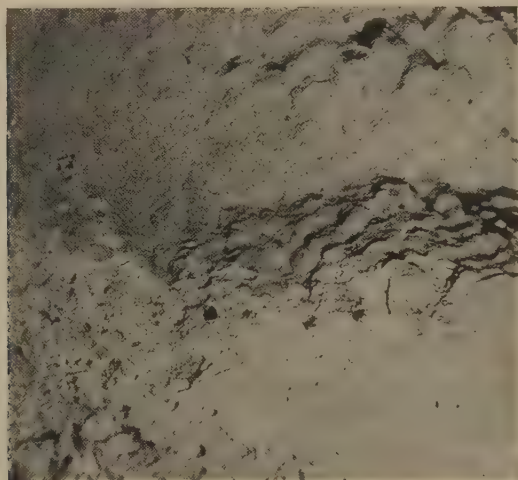


Abb. 46. Eiablagelöcher am Rande eines großen Steines. Die Eipakete befinden sich unter dem Stein.
(Phot. Fraenkel.)

Die über mehrere hundert Quadratkilometer ausgedehnte Eiablage im Februar 1929 erfolgte auf stark felsigem Gebirgsboden in Transjordanien. Auf den Bergen war der Südabhang für die Eiablage stets bevorzugt, Der Boden war oft schwer, bevorzugt wurden zur Eiablage aber leichte Sandmulden, die sich nicht selten fanden. Häufig fand auch die Eiablage nicht in der typischen Weise in den Boden statt, sodaß von 3—4 bis 10 cm Tiefe das Eipaket, darüber 2—3 cm hoch der Schaumpfropf gelagert, sondern die Eiablage fand unter großen Steinen statt (Abb. 46). Hierbei zwängte sich das weibliche Abdomen nur zwischen Stein und



Abb. 47. Eiablageplatz. Typische Ansicht eines der Quertäler in Transjordanien, in denen die Eiablage stattfand. (Februar 1929.) (Phot. Fraenkel.)

Erdoberfläche, ohne in diese einzudringen, sodaß die Eipakete frei unter dem Stein lagen. Schaumpfropfen fehlten oft.

Die Eipakete sind nur leicht aneinandergeklebt; die Kittmasse ist mit der Substanz des Schaumpfropfs identisch. Die Anordnung der Eier ist aus Abb. 45 ersichtlich. Eine feste Hülle besitzen sie nicht. Sie sind leicht gebogen, 8 mm breit. Direkt nach der Eiablage sind sie dottergelb, doch geht ihre Farbe nach wenigen Tagen in ein blasses Graubraun über. Die Zahl der Eier pro Eipaket schwankt in der Natur zwischen 40 und 100. Zählungen ergaben zumeist 40—60, doch fehlen dann oft einige Eier, welche beim Ausgraben verloren gingen. Einige Zählungen solcher Eipakete ergaben: 21, 38, 41, 43, 44, 44, 44, 46, 48, 50, 53, 53, 54, 61, 61, 80, 85 = **46 Eier** im Durchschnitt. Zählungen der Eier im Ovarium Ende März ergaben:

Tabelle 36.

Eierzählung im Ovarium am 25. III. 1929 (Djuni).

10	—	20	—	30	—	40	1	50	1
11	1	21	2	31	—	41	1		
12	1	22	3	32	2	42	1	60	1
13	—	23	1	33	1	43	4		
14	1	24	2	34	3	44	5	66	1
15	—	25	1	35	—	45	1		
16	1	26	2	36	1	46	—	77	1
17	—	27	—	37	—	47	3		
18	1	28	1	38	2	48	—		
19	1	29	—	39	—	49	1		

Im Durchschnitt von 48 Zählungen 35 Eier.

Bezüglich der Zahl der Eiablagen ist kein Zweifel: Es waren deutlich zwei Eiablageperioden zu unterscheiden. Die erste, große Eiablage fand bald nach der Ankunft der Schwärme aus Arabien statt von Mitte bis Ende Februar. Die Schwärme durchzogen dann in großen ellipsenförmigen Flügen das Land. Die Eizahlen der Ovarien von 48 Weibchen eines solchen Fluges am 26. III. 29 haben wir soeben in Tabelle 36

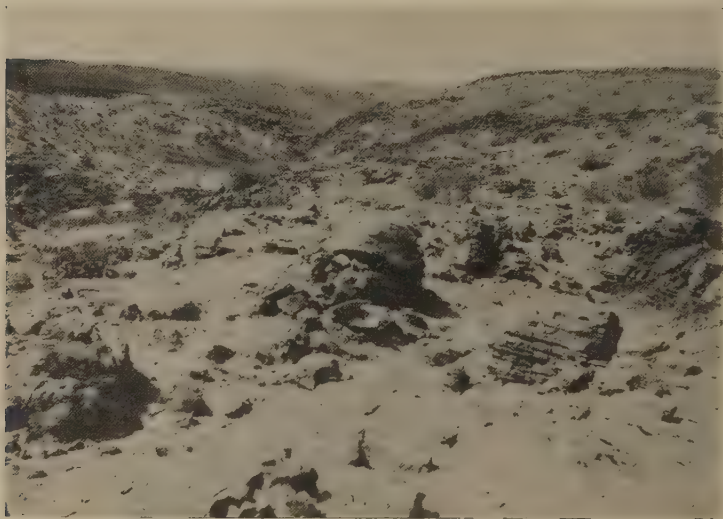


Abb. 48. Eiablageplatz. Sandige Mulde, in welchem mit besonderer Vorliebe die Eier abgelegt wurden.
(Phot. Fraenkel.)

kennen gelernt. Bezüglich des Gewichts der Ovarien zu dieser Zeit vergleiche man die Tabelle 31. Gegen Ende März verließen die Schwärme den Bezirk, den sie bisher überflogen hatten, und wanderten nach Norden.

Hier kam es dann im nördlichen Transjordanien, in Obergaliläa und in Syrien Anfang April zu mehrfachen Eiablagen, aber nirgends in so massiger Ausdehnung wie im Februar. Der Boden war schon zumeist trocken und



Abb. 49. Typischer Schlafplatz der Wanderschwärme nach der ersten Eiablage (bei Djuni, Mitte März).
(Phot. Fraenkel.)

Wanderschwärme entstanden aus diesen Eiern nirgends. Wenn es auch nicht bewiesen ist, daß dieselben Weibchen in den erwähnten Schwärmen eine doppelte Eiablage hatten, möchte ich dies doch annehmen. Sonst hätten sich m. E. unter den Weibchen der Schwärme zu Ende März mehr Weibchen ohne Eier finden müssen. Statt dessen standen den 48 untersuchten Weibchen mit Eiern nur 4 Weibchen ohne Eier im Abdomen gegenüber. Da kein Anzeichen für eine Massensterblichkeit von Weibchen nach der ersten Eiablage besteht, spricht dies sehr für obige Annahme. Unter den Schwärmen in Obergaliläa im März muß sogar die Zahl der Männchen die der Weibchen um ein beträchtliches übertroffen haben, wie die Untersuchungen an den bei der Eiablage durch Flammenwerfer verkohlten Tiere beweisen.

g) Über die Ursachen des Aussterbens in den Auswanderungsländern.

Eine unendliche wertvolle Tatsache für alle Invasionsländer von *Schistocerca gregaria* ist es, daß nirgendwo sich mehr als eine Generation aus den Einfallsschwärmen entwickelt. Die einfallenden Schwärme kommen im Frühjahr bereits geschlechtsreif aus der Wüste an, legen ihre Eier, die sich unter günstigen Bedingungen gut entwickeln. Aus ihnen schlüpfen

die Hüpfer, welche die großen Verheerungen anrichten, und die aus ihnen sich entwickelnden Imagines haben, soweit mir bekannt, noch nie, falls sie im Lande verblieben, sich fortgepflanzt. Sie sind ausgestorben oder in der Wüste spurlos verschwunden. Bezüglich aufeinander folgender Befallsjahre ist es viel wahrscheinlicher, daß die Fortdauer der günstigen Entwicklungsbedingungen am Ursprungsorte des ersten Schwarmes oder in seiner Nähe die Bildung neuer Schwärme im nächsten Jahr gestattet, als die Annahme, daß es sich um die Nachkommen der eventuell in der Wüste verschwundenen Schwärme des Vorjahres handelt. Um diese Erscheinung voll verstehen zu können, fehlen uns noch die nötigen Grundlagen. Zunächst müssen wir in der Analyse der Vorgänge bei der Geschlechtsreife weiter vorgeschritten sein. Wir haben zuvor bereits erwähnt, daß alle Tiere in Palästina im Vorjahre im Oktober bis Dezember 1928 in rotbrauner Ausfärbung abstarben. Wenn Geschlechtsreife und Ausfärbung Hand in Hand gehen, so sind diese Tiere sicher alle nicht geschlechtsreif gewesen. Nun haben aber zwei Weibchen in Tel Aviv im Oktober gegen 30 Eier in dem Käfig an die Erdoberfläche vereinzelt abgelegt. Die Eier waren normal groß und bei der Ablage dottergelb. Ebenfalls ergaben Wägungen, daß die Weibchen zu Anfang Oktober ihr Maximalgewicht besaßen und von diesem Zeitpunkt ab ständig abnahmen. Das Maximalgewicht muß an sich keineswegs auf fortgeschrittene Eibildung zurückzuführen sein. Wir kennen den Antagonismus zwischen Eibildung und Fettablagerung bei Insekten sehr gut (z. B. bei Culiciden). Die Gewichtszunahme beruht zunächst wohl auf einer Fattanreicherung vor dem Winter und die Eibildung beginnt dann im Winter gleichzeitig mit der gelben Verfärbung. Neue Zuchten werden diese Ansicht zu belegen haben.

Tabelle 37.

Gewichte von *Schistocerca gregaria*, Tel Aviv Oktober bis
Dezember 1928

Datum	Durchschnitts- gewicht von 3 ♀	Durchschnitts- gewicht von 3 ♂
	in g	in g
15. X.	2,437	1,812
21. X.	2,215	1,809
28. X.	2,217	1,798
4. XI.	2,380	1,752
11. XI.	2,361	1,596
18. XI.	2,293	1,580
25. XI.	2,113	1,484
2. XII.	2,288	1,433
9. XII.	2,358	1,363
16. XII.	2,260	
23. XII.	1,880	

Hiermit ist die Frage nach dem Aussterben noch nicht geklärt. Daß starke Winterkälte, Fröste, Schwärme abzutöten vermögen, ist aus der Erfahrung bekannt. Nun sind aber Fröste in der Küstenebene wie in Jericho äußerst selten und zudem erst mehrere Monate später als Oktober. Das Absterben begann aber in Tel Aviv, Jerusalem und Jericho mit ihrem verschiedenen Klima gleichzeitig, allerdings stets nach dem ersten größeren nächtlichen Temperaturfall.

Obwohl die abgestorbenen Tiere keinen krankhaften Eindruck machten, ist es nicht ausgeschlossen, daß die Temperatursenkung bakterielle Krankheiten zum Durchbruch gelangen ließ, wie das auch Pospelov¹⁾ neuerdings geäußert hat. Unter 20° C fressen die Heuschrecken nicht mehr, ihr O₂-Verbrauch sinkt aber nur langsam, so daß eine Schwächung bei kühleren Temperaturen wahrscheinlich erscheint. Diese Schwächung findet ja auch in der prämortalen Gewichtsabnahme ihren Ausdruck. Die eingezwängerten Tiere waren zwar in großen Käfigen gehalten, konnten jedoch nicht durch Flug ihre Körpertemperatur haben, noch ständig besonnte Flecken aufsuchen. So waren die Tiere deutlich vor ihrem frei lebenden Artgenossen benachteiligt, die nach den Erfahrungen des Jahres 1915/16 erst viel später ausstarben.

Auch für *Locusta migratoria* hat Pospelov¹⁾ kürzlich nachgewiesen, daß bei Temperatur von 20° C die Tiere vor Erlangung ihrer Geschlechtsreife absterben. Die eingezwängerten Imagines von *Schistocerca gregaria* zeigen nur deutlicher dieselben Erscheinungen, welche auch bei den frei lebenden zum Tode führen. Die Dauer der optimalen Temperaturen, während welcher die Körpertemperatur auf 40° C erhalten werden kann, ist in Palästina wie in Ägypten, sowie im nördlichen Algerien wie in Marokko nicht lang genug, um eine genügende Entwicklung vor Eintritt des Winters zu sichern. Die nicht genügend entwickelten Tiere sind dann mit Eintritt Winter zu schwach, um sich unter den günstigen Bedingungen (feuchtes Wetter, niedrige Temperatur) am Leben zu erhalten.

Es scheint, als ob eine Mindesttemperatur von ca. 20° C während des kältesten Monats des Jahres eine Voraussetzung für die Dauerzentren von *Schistocerca gregaria* ist und als ob die Kombination der kalten und feuchten Jahreszeit besonders ungünstig für die Imagines ist.

h) Über natürliche Feinde.

Wir konnten nur gelegentlich über die natürlichen Feinde Beobachtungen sammeln.

Die Wanderschwärme der Imagines besonders wurden von Ende März eifrig von Storchherden verfolgt, die z. B. Anfang April in Obergaliläa ganz beträchtlich gewesen sein sollen. Abb. 50 zeigt eine solche Storch-

¹⁾ V. P. Pospelov, The influence of temperature on the maturation and general health of *Locusta migratoria* L. Bull. Entom. Res. XVI. 1926, S. 363—267.

herde, die bei der Heuschreckenvertilgung beschäftigt ist. Irgend ein epidemiologischer Wert kann diesem wie wohl jedem anderen Vogelfraß in Herden der Massenvermehrung von Insekten nicht zuerkannt werden.

Aus den Eipaketen schlüpften massenhaft zwei Fliegenarten, deren Larven auch sonst als Feinde von Heuschreckeneiern bekannt sind:

Stomatorrhina (Idia) lunata F. (Dipt. Muscid.) legte in den Gebirgsboden zahlreiche ihre Eier an die Heuschreckeneier. Sie ist aus Algier und Ägypten als Feind von *Schistocerca gregaria*-Eiern bekannt. Am 17./18. IV. 1929 schlüpften zahlreiche Fliegen aus den Ende März von Djuni mitgebrachten Eiern, am 2. V. 1929 bereits die Fliegen der nächsten Generation. Die Entwicklungsdauer betrug also nur 14 Tage.



Abb. 50. Störche verfolgen in der Jordanebene Heuschrecken (15. IV. 29).
(Phot. Fraenkel.)

Chortophila cilicrura Rond. (Dipt. Anthomyid.) ist ovovivipar. Die Fliege ist kosmopolitisch und aus Kleinasien und Argentinien als Feind von Heuschreckeneiern bekannt. Im allgemeinen entwickelt sich diese kosmopolitische Art wahrscheinlich in Pflanzenwurzeln oder in sich zersetzenden Pflanzenstoffen. Immerhin ist der Übergang zu Heuschreckeneiern nicht selten. *Ch. cilicrura* schlüpfte in Massen Mitte April.

Künckel d'Herculais und Uvarov geben gute Bilder beider Fliegenarten. Auch diese beiden Fliegen sind epidemiologisch belanglos. In zu feuchten, nicht durchlüfteten Böden trat öfters Schimmelbildung an den Eipaketen auf.

In einer unserer Zuchten entwickelten sich Millionen von Milben, ohne daß ich über deren Beziehung zu den Heuschreckeneiern etwas auszusagen vermöchte.

i) **Bemerkungen über die Bekämpfung von *Schistocerca gregaria*.**

Da über die Bekämpfung der Heuschreckeninvasion in Transjordanien die Regierung ausführlich berichten wird, so beschränke ich mich hier auf einige Bemerkungen.

Die Bekämpfung fand im engsten Anschluß an die von der deutschen Expedition unter Geheimrat Bücher während des Krieges in Kleinasien ausgearbeiteten Bekämpfungsmethoden statt.



Abb. 51. Teilansicht eines großen Zinkblechapparates in Tätigkeit.
(Phot. Fraenkel.)

Eine Festlegung der Eiablageplätze erfolgte, soweit der Nachrichtendienst dies gestattete. Ein Aushacken der Eier oder Umpflügen der betreffenden Fehler kam nur ganz lokal in Frage, da das Gebirgsterain diese Arbeit, die nur dann einen Sinn hat, wenn sie gründlich durchgeführt wird, nicht gestattete. Gegen die Schwärme wurde nach der Eiablage mit Flammenwerfern vorgegangen: abends wurden sie auf den Schlafplätzen aufgesucht und vermittels der einfachen Flammenwerfer (Pflanzenspritzen mit Preßluft und einem kleinen Ansatzrohr) in großen Mengen verbrannt. Auch gegen die jungen Hüpfer ging man so vor. Bei einem wirklich ernsthaften Befall dürfte der bekämpfungstechnische Wert der Flammenwerfer nur gering sein.

Die Hauptbekämpfung erfolgte durch die Zinkblechapparate, deren Wert bei richtiger Anwendung garnicht hoch genug zu veranschlagen ist. Abb. 51 und 52 geben einen Begriff von ihrer Anwendung. Als Hilfsmittel kam im Gebirge noch das Treibeverfahren in Anwendung. Gegen

die jungen Imagines konnten keine Bekämpfungserfahrungen gesammelt werden, da dieselben sofort schnurstracks nach Osten in die syrische Wüste abflogen.

Die palästinensische Regierung verfügt jetzt über ein in der Heuschreckebekämpfung erfahrenes Personal und wird bei jedem kleinen



Abb. 52. Blick in die Grube eines Zinkblechapparates.
(Phot. Fraenkel.)

oder mittelstarken Heuschreckeneinfall der Hüpfen in Zukunft leicht Herr werden können, bei Bereitstellung der nötigen Mittel vielleicht auch einer großen Invasion. Das heißt natürlich nicht, daß jeder Schade verhütet werden kann, aber von den wichtigen intensiven Kulturen, wie dem Orangenbau, dürften sie ferngehalten werden können. Besorgnisse ernsterer Art bleiben gegenüber den jungen Wanderschwärmen der Imagines bestehen, gegen die es eine Abwehr wohl noch nicht gibt.

I. Zur Sinnesphysiologie und Sozialpsychologie der wandernden Heuschreckenlarven.

Von G. Fraenkel.

a) Sinnesphysiologie.

Die Untersuchungen über die Aktivität der Heuschrecken im Laufe des Tages haben zu der Entdeckung bestimmter Gesetzmäßigkeiten geführt, die wir in dem Verhalten der Heuschrecken erkennen können. Die Aufstellung eines Stundenplanes besagt nichts anderes, als daß unter bestimmten äußeren Bedingungen, vor allem Licht- und Temperaturverhältnissen, notwendigerweise eine bestimmte Reaktion erfolgen muß. Äußere Einflüsse wirken auf den Organismus als Reize. Dabei ist zu unterscheiden zwischen solchen äußeren Einflüssen, die nur durch Vermittlung eines Sinnesorgans als Reize perzipiert werden wie Licht und Schwerkraft, und solchen, die allgemein den physiologischen Zustand, die Stimmung des Tieres, beeinflussen wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Es handelt sich bei dieser Untersuchung ausschließlich um Richtungsreaktionen, d. h. um Reaktionen, bei denen das Tier in Bewegung oder Ruhe eine bestimmte Orientierung einnimmt. Solche Richtungsreaktionen werden ausgelöst und gerichtet durch Sinnesreize, d. h. äußere Kräfte, die auf dem Weg über Sinnesorgane vom Organismus aufgenommen werden. Das Zustandekommen solcher Reaktionen ist aber hinwiederum bestimmt vom inneren physiologischen Zustand des Tieres, der seinerseits ebenfalls von äußeren Einflüssen abhängig ist. Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist nun, für die Richtungsreaktionen der Heuschrecken die genauen äußeren und inneren Bedingungen ihres Zustandekommens festzulegen.

Wenn die Analyse einer Richtungsbewegung ergibt, daß sie zwangsweise unter dem Einfluß äußerer Kräfte erfolgt, so fällt sie unter den Begriff der Tropismen im Sinne Löbs. „Unter Tropismen der Tiere verstehen wir die zwangsweise Orientierung gegen bzw. die zwangsweise Progressivbewegung zu oder von einer Energiemenge.“ Loeb¹⁾. Tropismen werden heute allgemein als Kettenreflexe aufgefaßt. Wenn es also gelingt, die Bewegungen der Heuschrecken in eine Anzahl Tropismen aufzulösen, so wäre damit die Heuschrecke als Reflexmaschine charakterisiert.²⁾

¹⁾ J. Löb, Die Tropismen in H. Winterstein, Handb. d. vgl. Physiol. Bd. 4, S. 452.

²⁾ Neuerdings wird der Ausdruck *Tropismen* nur bei festsitzenden Pflanzen angewendet, während man bei frei beweglichen Organismen von *Taxien* spricht.

In diesem Falle könnten wir uns vorstellen, daß die Massenanhäufungen der Heuschrecken keinerlei sozialen Instinkten entspringen, sondern einzig ein Ausdruck dafür sind, daß unter dem Einfluß bestimmter äußerer Kräfte jedes Tier zwangsläufig eine bestimmte Reaktion ausführt und dabei alle Tiere einander parallel handeln. Es wird die Aufgabe des zweiten Teils dieser Studie sein, zu untersuchen, ob die sinnesphysiologische Analyse auch das Phänomen der Massenansammlung und Massenwanderung erklärt, oder ob im Leben der Heuschrecken soziale Beziehungen, d. h. Beziehungen zwischen den Tieren, eine Rolle spielen.

Zur Analyse der Richtungsreaktion der Heuschrecken folge ich der grundlegenden Nomenklatur Kühn's.¹⁾ Den *Phobotaxien* (Schreckreaktionen, ungerichteten Bewegungen in einem Reizfeld) stehen gegenüber *Topotaxien* (Gerichtete Bewegungen in einem Reizfeld). Bei *Topotaxien* unterscheiden wir zwischen *Tropotaxis* (Einstellung in ein Erregungsgleichgewicht für symmetrische Rezeptoren), *Menotaxis* (asymmetrische Einstellung in einem Reizfeld, Beibehaltung einer bestimmten Reizverteilung über den Rezeptoren) und *Telotaxis* (Einstellung nach einem Ziel).

1. Reaktionen gegenüber Licht.

Phototaktische Bewegungsreaktionen.

Heuschrecken reagieren wie viele andere Tiere im Laboratorium positiv phototaktisch. Sie sammeln sich an der hellsten Stelle ihrer Umgebung an, fliegen oder kriechen stets aufs Fenster zu. Wie ganz allgemein bei phototaktischen Phänomenen kann man auch hier aus dieser Laboratoriumsphototaxis keinen Schluß auf die Reaktionen gegenüber Licht in der Natur ziehen. Denn die phototaktischen Reaktionen treten nur bei bestimmtem physiologischen Zustand in Erscheinung und werden vielfach von anderen Reaktionen überdeckt. In der Tat sehen wir, daß die Bewegungsrichtung der wandernden Schwärme in keiner Beziehung zu den Lichtverhältnissen steht. Hierfür läßt sich als Erklärung angeben, daß bei höheren Temperaturen — die Körpertemperatur der Heuschrecken beträgt während der Zeit des Wandern in der Sonne über 35° — die Phototaxis gehemmt wird. Diese Auffassung läßt sich in einem Laboratoriumsversuch direkt experimentell beweisen. Bei Temperaturen von 20° sammelten sich sämtliche Tiere an der Lichtseite eines Gefäßes an, während dieselben Tiere bei Temperaturen von 32° und 35° keinerlei Phototaxis zeigten.

Positive Phototaxis läßt sich nachweisen bei der Entstehung der Morgen- und Abendansammlungen. Es kommt vor, namentlich bei älteren

¹⁾ A. Kühn, Die Orientierung der Tiere im Raum. Jena 1919. — A. Kühn, Phototropismus und Phototaxis der Tiere. Handb. der normal. u. path. Physiologie Bd. 12, 1. Hälfte S. 17—35, 1928. — O. Koehler, Untersuchungsmethoden der allg. Reizphysiologie, in Methodik der wissenschaftlichen Biologie, Bd. 2, S. 904—911.

Larvenstadien, daß morgens zur Zeit der Ansammlungen die Larven auf den Gebüschten sitzen bleiben. Sie wandern dann alle auf die Sonnen-seite der Gebüschte herüber und werden dabei sicherlich durch das Sonnenlicht geleitet.

Die Ansammlungen am Boden an warmen sonnigen Plätzen geschehen ebenfalls wahrscheinlich *phototaktisch*. Es wirkt hier nicht das Sonnenlicht direkt als Reiz, sondern die belichtete Fläche. Da die Ansammlungen an besonders warmen Plätzen stattfinden, ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß hier *Thermotaxis* die Tiere leitet. Diese Annahme läßt sich aber widerlegen. Die Orte, an denen die Morgenansammlungen stattfinden, sind nur dann durch besondere Wärme ausgezeichnet, wenn sie windgeschützt sind oder jedenfalls dem Wind nicht stärker ausgesetzt sind als andere Orte der Umgebung. Es kam aber vor, daß die der Sonne ausgesetzten Plätze starken Winden ausgesetzt waren. Trotzdem entstanden dort die Ansammlungen. Abends waren die Orte der Ansammlungen meistens starken Westwinden ausgesetzt und auch morgens kamen gelegentlich die Ansammlungen bei starkem Ostwind zustande.

Die Richtungsbewegungen, welche die Heuschrecken abends auf Gebüschte und Bäume führen, kommen wahrscheinlich durch negative Phototaxis zustande. Bäume und Gebüschte, namentlich die beschatteten Plätze am Boden um den Stamm herum, wirken sicherlich als dunkle Gegenstände. Man sieht, wie abends von allen Seiten die Larven auf die Sträucher zu-eilen. Schlägt man sie von den Büschen herab, so laufen sie augenblicklich konzentrisch gegen den Stamm. Ich habe den Eindruck gewonnen, daß das Aufsuchen der Büsche und Bäume negativ phototaktisch geschieht.

Phototaktische Ruhestellungen.

Außer phototaktischen Bewegungsreaktionen finden sich bei *Schistocerca* phototaktische Ruhestellungen, bei denen die Tiere sich ruhend in einer bestimmten Lage zum Licht orientieren. Phototaktische Ruhestellungen kennen wir von vielen Tieren namentlich von Insekten. Es handelt sich in allen bekannten Fällen umlichtsymmetrische Einstellungen. Lichtasymmetrische Ruhelagen sind meines Wissens bisher nie beschrieben.

Larven von *Schistocerca* orientieren bei den Morgen- und Abendansammlungen die Längsachse ihres Körpers genau senkrecht auf die Sonnenstrahlen, wenden also der Sonne die Breitseite zu. In einer Ansammlung finden sich die Tiere dichtgedrängt aneinander, die Längsachsen des Körpers einander parallel, nur die Köpfe schauen nach entgegengesetzten Richtungen. Diese Orientierungsart ist zwanglos einzureihen in die bisher bekannt gewordenen Fälle von *menotaktischer* Orientierung, bei denen das Tier eine bestimmte relative Lage zum Licht einnimmt. Das Tier orientiert sich derart zur Sonne, daß das Bild der Sonne auf einen bestimmten Punkt der Netzhaut fällt, der in diesem Falle so liegt,

daß dabei das Tier seine Breitseite der Sonne zuwendet. Die finale Bedeutung dieser Haltung ist die Erwärmung des Körpers. Das Ziel wird erreicht durch eine reflektorisch erfolgende phototaktische Reaktion. Es handelt sich hier um den ersten beschriebenen Fall einer menotaktischen Ruhelage.

Eine weitere typisch phototaktische Ruhestellung ist in der Haltung der Tiere an sehr heißen Tagen während der Mittagsstunden zu erkennen. Die Heuschrecken orientieren die Längsachse ihres Körpers genau in der Richtung der Sonnenstrahlen. Die Orientierung istlichtsymmetrisch, d. h. symmetrisch zur Medianachse des Körpers gelegene Photorezeptoren werden gleichstark erregt. Von allen bekannten Fällen vonlichtsymmetrischen Ruhelagen unterscheidet sich das Verhalten der Heuschrecken darin, daß sie die Längsachse ihres Körpers genau in die Richtung der Sonnenstrahlen einstellen. Dies gibt uns einen Hinweis darauf, daß der Orientierungsmodus *Telotaxis* ist. Der Körper wird in diejenige Stellung gebracht, bei der die Sonne von beiden Augen fixiert wird. Das Bild der Sonne wird auf bestimmten Punkten der Netzhaut beider Augen abgebildet, die so liegen, daß bei dieser Einstellung der Körper genau in der Richtung der Sonnenstrahlen orientiert ist. Lichtsymmetrische Einstellung kommt auch durch *Tropotaxis* zustande, jedoch könnte sich das Tier tropotaktisch auch in seiner gewöhnlichen Haltung am Boden orientieren und es wäre nicht einzusehen, warum es die Längsachse seines Körpers in die Richtung der Sonnenstrahlen einstellt. Die finale Bedeutung dieser Haltung ist, die Erwärmung des Körpers möglichst zu verhindern, das Ziel wird wiederum erreicht durch eine rein reflektorisch erfolgende phototaktische Reaktion.

2. Reaktionen gegenüber Schwerkraft.

Schistocerca, Larven wie Imagines, reagieren gewöhnlich an senkrechten Wänden *negativ geotaktisch*, sie kriechen stets senkrecht nach oben, in Ruhestellung ist der Kopf nach oben orientiert. Die negative Geotaxis führt sie in den Abendstunden sowie in Mittagsstunden bei sehr heißen Temperaturen nach oben vom Boden weg in die Sträucher hinauf. Man kann leicht beobachten, daß sie an Pflanzen stets nach oben klettern. Daß diese Reaktion nicht durch positive Phototaxis zustandekommt — in einem Gebüsch bedeutet oben zugleich die Richtung der größten Helligkeit — ist leicht abzuleiten. Solange sich die Larven in den unteren Regionen der Büsche befinden, würde sie positive Phototaxis viel eher seitlich unten heraus ans Licht führen, als der lange Weg durch das Blattwerk.

Unter Laboratoriumsbedingungen sind die Tiere fast stets negativ geotaktisch gestimmt. Sie klettern meist an den Seitenwänden der Zuchtkästen nach oben.

Es war bisher ungeklärt, wie der Mechanismus der geotaktischen Orientierung aufzufassen ist. Ein besonderes Schweresinnesorgan ist, von einigen besonders liegenden Fällen bei Wasserinsekten abgesehen, bei Insekten niemals aufgefunden worden. Man könnte sich vorstellen, daß die Orientierung an senkrechten Wänden mit dem Kopf nach oben rein mechanisch dadurch geschieht, daß der lange schwere Hinterleib nach abwärts zieht. Diese Auffassung ist aus 2 Gründen unhaltbar:

1. Es gibt Zustände, namentlich bei hohen Temperaturen, in denen die Tiere keineswegs nach oben kriechen, sondern sich in beliebiger Richtung orientieren.

2. Wenn man den Hinterleib und die Flügel abschneidet und so die Massenverteilung wesentlich ändert, erfolgt trotzdem ausgezeichnete geotaktische Orientierung.

Nach meinen Untersuchungen geschieht die geotaktische Einstellung auf folgende Weise: Wenn eine Heuschrecke in senkrechter Orientierung an einer Wand hängt, übt der Körper an den Beinen einen Zug aus, der sich symmetrisch gleichstark auf die rechten und linken Beine verteilt. Ist die Orientierung nicht vertikal, so wird auf die Beine beider Seiten ein ungleicher Zug ausgeübt. Wir müssen uns nun vorstellen, daß solange Kompensationsbewegungen erfolgen, bis die Beine beider Seiten genau demselben Zug ausgesetzt sind und zwar so, daß der Körper an den Beinen hängt, also mit dem Kopf nach oben.

Der Beweis dieser Erklärung läßt sich folgendermaßen führen. Man bindet um die Brust einer Heuschrecke eine Schlinge und läßt das Tier auf einer horizontalen Unterlage kriechen, die seinen Füßen einen guten Halt bietet (feinmaschiges Drahtnetz). Übt man nun mit dem freien Ende des Fadens in irgend einer Richtung einen Zug horizontal auf das Tier aus, so dreht es sich soweit herum, bis es der Richtung des Zuges genau entgegengesetzt orientiert ist und marschiert in dieser Richtung weiter. Die Heuschrecken orientieren sich also stets entgegengesetzt der auf sie wirkenden Kraft, in diesem Falle eines mechanisch auf sie ausgeübten Zuges, normalerweise der Schwerkraft. Dieser einfache Mechanismus, der durchaus als *tropotaktische Orientierung* anzusprechen ist (Einstellung in ein Erregungsgleichgewicht für symmetrisch liegende Rezeptoren) verhilft dem Tiere reflektorisch, die Gewinnung und Einhaltung senkrechter Orientierung an vertikalen Flächen.

In der Natur sehen wir, daß die Geotaxis verschwindet, solange sich die Tiere in Wanderung befinden, also bei Temperaturen von 27—40°. Damit übereinstimmend ließ sich auch im Laboratoriumsexperiment nachweisen, daß die Geotaxis bei höheren Temperaturen aufhört. Es folgen hier die Versuchsprotokolle:

24. April 1929.

Versuch wird im Zimmer durchgeführt. 3. und 4. Larvenstadium.

Temperatur	Reaktion gegen Schwerkraft.
20°	Alle (17) Tiere kriechen an den Seitenwänden des Gefäßes nach oben.
25°	4 Tiere kriechen nach oben.
32°	Alle Tiere bleiben auf dem Boden des Gefäßes.
35°	" " " " " " "
28,5°	6 Tiere kriechen nach oben.
27,5°	7 " " " "
24,5°	12 " " " "
23,5°	14 " " " "
	27. März 1929. Imagines.

Die Tiere befinden sich in einem großen Zuchtkasten im Freien in der Sonne. Es war aufgefallen, daß frühmorgens stets alle Tiere ganz oben an den Seitenwänden des Käfigs saßen, während sie sich mittags sämtlich unten am Boden befanden. Bei verschiedenen Temperaturen zeigte sich folgende Verteilung der Imagines:

3 ^h	30°	Kein Tier sitzt an den Seitenwänden des Käfigs.
3.45 ^h	20°	25 Tiere sitzen " " " "
4 ^h	20°	33 " " " "
4.30 ^h	17°	34 " " " "

Es zeigt sich also in beiden Versuchsreihen übereinstimmend, daß bei warmen Temperaturen die Geotaxis gehemmt wird. Es scheint, daß die Geotaxis nicht verschwindet, sondern durch die größere Aktivität der Tiere bei höheren Temperaturen überdeckt wird. Denn bei ganz hohen Temperaturen über 40°, wenn die Tiere an Aktivität verlieren, orientieren sie sich wieder negativ geotaktisch an senkrechten Wänden.

3. Gibt es bei *Schistocerca*-Larven Thermotaxis?

Die Larven von *Schistocerca* reagieren unter gewissen Bedingungen scheinbar thermotaktisch. Bei Außentemperaturen von 20–27° suchen sie der Sonne besonders gut ausgesetzte Stellen auf, bei Temperaturen über 40° entziehen sie sich den heißen am Boden herrschenden Temperaturen, indem sie auf Pflanzen klettern. Wenn es sich hier auch in beiden Fällen unzweifelhaft um in einem Temperaturfeld gerichtete Bewegungen handelt, ist es doch falsch, von *Thermotaxis* zu sprechen. Hier wirkt die Temperatur nicht als der richtende Reiz, sondern sie schafft im Tier die inneren Bedingungen, den physiologischen Zustand, der für die Wirksamkeit anderer Sinnesreize, hier Licht und Schwerkraft, Voraussetzung ist. Es ist in der Tat möglich, die oben erwähnten scheinbaren Thermoreaktionen als Licht- und Schwerkraftsreaktionen zu deuten, wie auf den vorhergehenden Seiten geschehen ist. Bei Temperaturen

von 20—27° wirken von der Sonne beschienene Plätze optisch anziehend auf die Tiere, bei hohen Temperaturen führt sie *negative Geotaxis* im Verein mit *Phototelotaxis* vom Boden weg hinauf auf die Pflanzen. Den Hinweis darauf, daß das Zustandekommen der Morgen- und Abendansammlungen *phototaktisch* und nicht *thermotaktisch* geschieht, fanden wir darin, daß vielfach die Orte der Ansammlungen gerade dem Wind besonders stark ausgesetzt sind und demnach bestimmt keine höhere Temperatur aufwiesen als andere Orte der Umgebung.

Solange bei keinem Insekt (und auch sonst nicht in der ganzen Tierreihe, abgesehen vom Menschen) spezifische Wärmesinnesorgane nachgewiesen sind, müssen wir Erklärungen, die eine Rezeption von Temperaturreizen voraussetzen, äußerst skeptisch betrachten. Immerhin gibt es Hinweise auf das Bestehen eines Temperatursinnes bei *Schistocerca*. Die Versuche in der Temperaturorgel¹⁾ haben ergeben, daß *Schistocercen* in einem Wärmegefälle aktiv ein Optimum aufsuchen. Diese Reaktionen lassen sich kaum anders als durch Annahme eines Temperatursinnes erklären. So dürfte vielleicht einmal der Nachweis gelingen, daß *Schistocerca* unter gewissen Bedingungen *thermotaktisch* reagiert.

4. Ergebnis der sinnesphysiologischen Analyse.

Die sinnesphysiologische Analyse des Verhaltens der Heuschrecken hat ergeben, daß viele Lebenstätigkeiten der Heuschrecken als Reaktionen auf Sinnesreize zu verstehen sind. Bei einem gegebenen physiologischen Zustand der Tiere, der gewöhnlich durch die Körpertemperatur charakterisiert ist, erfolgt eine eindeutige Reaktion auf Licht- und Schwerkraftsreize. Diese Reaktionen sind gerichtete Bewegungen bzw. Ruhestellungen in einem Reizfeld, also Taxien. Somit dürfte der Versuch, das Verhalten von *Schistocerca* reflexphysiologisch zu deuten, für viele Reaktionen von *Schistocerca* gelungen sein. In nachfolgender Tabelle ist zusammengestellt, wie die Taxien am Zusammenkommen der verschiedenen Reaktionen beteiligt sind.

(Siehe Tabelle 38 auf S. 546.)

b) Sozialpsychologie.

Die sinnesphysiologische Analyse hat die Reaktionen der Heuschrecken in eine Anzahl Tropismen aufgelöst. Tropismus bedeutet eindeutige Beantwortung eines Reizes auf dem Weg vorgeschriebener Reflexbögen. Damit wäre das gemeinsame Handeln eines Heuschreckenschwarmes darauf zurückgeführt, daß jedes einzelne Tier auf einen Reiz bei einem gegebenen physiologischen Zustand hin eine eindeutige Reaktion vollführt. Wenn viele dasselbe tun, ist der Effekt eine Massenbewegung. Die Reaktion eines Schwarmes wäre nichts anderes als die Summe der Bewegungen der einzelnen Tiere. Die Schwarmbildung wäre ein zufälliges Ergebnis, kein in der

¹⁾ Vergl. S. 496—498.

Tabelle 38.

Auflösung der Orientierungsreaktionen der Heuschrecken in Taxien.

Orientierungsart	Temperatur	Reaktion gegen Licht	Reaktion gegen Schwerkraft
Auf Pflanzen	17—20°	negativ phototaktisch	negativ geotaktisch
Entstehung der Morgenansammlungen	20°	positiv phototaktisch	negativ geotaktisch
Morgenansammlungen	20—27°	photomenotaktisch	negativ geotaktisch
Wanderung	27—40°	Orientierungswinkel 90° indifferent	indifferent
Mittagsstellungen	40—50°	photototaktisch	negativ geotaktisch
Entstehung der Abendansammlungen	27—20°	positiv phototaktisch	negativ geotaktisch
Abendansammlungen	27—20°	photomenotaktisch	negativ geotaktisch
Begeben sich auf Pflanzen	20—17°	Orientierungswinkel 90° negativ phototaktisch	negativ geotaktisch

Natur der Tiere vorgebildeter Trieb. Dem ist jedoch nicht so. Dies lehren 2 Punkte:

1. Nahezu alle auf Seite 539 bis Seite 545 beschriebenen Reaktionen der Heuschrecken kommen nur bei einem Schwarm zustande. Einzelne Tiere, versprengte Tiere oder solche, die man abseits vom Schwarm aussetzt, verhalten sich ganz anders. Sie wandern nicht, sie nehmen nicht die Ruhestellungen mit zu den Sonnenstrahlen senkrecht oder parallel orientierter Körperachse ein. Sie verhalten sich vermutlich so, wie sich normalerweise solitär lebende Tiere verhalten. Dies beweist nichts gegen die Tropismennatur der Reaktionen des Schwarmes, stellt vielmehr nur fest, daß ein soziales Moment der Aggregation notwendigerweise einen Faktor des physiologischen Zustandes darstellt, der die Voraussetzung für das Eintreten einer Reaktion bildet.

2. Allein paralleles Handeln vieler Einzeltiere, die unabhängig und unberührt von einander leben, würde niemals die Entstehung und das Bestehen großer Schwärme erklären. Vielmehr würde es von Anfang an zu keiner Schwarmbildung kommen, da niemals solche Massen in solch vollkommener zeitlicher und räumlicher Nähe schlüpfen und genug Faktoren, namentlich individuelle Verschiedenheiten die Tiere immer wieder zerstreuen würden.

Es gibt jedoch Momente im Leben der Heuschrecken, die eine Annahme sozialer Instinkte zu einem Postulat machen.

1. Die sozialen Instinkte.

2 soziale Instinkte lassen sich in den Reaktionen der Heuschrecken erkennen: Der Aggregationstrieb und der Nachahmungstrieb.

Der Aggregationstrieb läßt die Tiere mehrmals des Tages stets immer wieder in engste Fühlung zueinander kommen und verhindert so die Zerstreuung.

In jeder Situation der wandernden Heuschrecken kann man beobachten, daß sie nicht gleichmäßig über ein Areal verteilt sind, sondern daß sie stets gruppenweise mehr oder weniger dicht aneinander leben, während zwischen den Gruppen verhältnismäßig wenige Tiere zu finden sind.

Bereits die frischgeschlüpften Larven halten sich in kleinen und kleinsten Gruppen zusammen, sie hüpfen in Gemeinschaft herum, sonnen sich auf Steinen usw.

Ein wandernder Schwarm besteht aus vielen einige Dezimeter breiten Zügen, in denen sich die Hauptmasse der Tiere zusammen drängt und in denen auch die Hauptförderung der Fortbewegung erzielt wird. Zwischen diesen Zügen befinden sich wenig Tiere.

Wenn man die Tiere am frühen Morgen auf Bäumen und Sträuchern antrifft, macht man immer die Beobachtung, daß manche Bäume von ihnen dicht besetzt sind, während andere, die sich von ihnen in nichts unterscheiden, völlig frei von Tieren sind.

Die Morgen- und Abendansammlungen demonstrieren vielleicht am sinnfälligsten das Wirken des Aggregationstriebes. Hier sitzen alle Tiere eng aneinandergedrängt, während die zwischen den Ansammlungen liegenden Stellen, die sich in nichts von den von den Tieren besetzten Ansammlungsorten unterscheiden, völlig frei von Tieren sind.

Selbst das Fressen geschieht vielfach in Gemeinschaft. Man findet manchmal Pflanzen, die so dicht von fressenden Tieren besetzt sind, daß kaum ein Pflanzenteil dem Auge sichtbar ist. Gleichzeitig kann man meterweise im Umkreise keine fressenden Tiere antreffen.

Der Nachahmungstrieb ist der Faktor, der stets die Gemeinsamkeit des Handelns verbürgt, namentlich in den Fällen, in denen das gemeinsame Handeln nicht rein reflexphysiologisch als Taxie gedeutet werden kann.

In einem wandernden Schwarm bemerkt man plötzlich, daß an einer Stelle alle Tiere hüpfen, während sie an anderen Stellen überall kriechen. Dies hat bestimmt nicht seinen Grund in einer besonderen Beschaffenheit des Untergrundes, denn wenn die hüpfende Gruppe vorbeigezogen ist, kriechen wieder alle Tiere an dieser Stelle. Man kann beobachten, daß die hüpfenden Tiere kriechende, die sie überholen, zum Hüpfen veranlassen. Eine derartige hüpfende Gruppe, die übrigens meist nach wenigen Sekunden wieder zum Kriechen übergeht, entsteht sicherlich so

daß einige Tiere plötzlich zu hüpfen beginnen und die benachbarten Tiere diese Bewegungsart nachahmen. Solche hüpfende Gruppen findet man oft an der Zinkwand.

Scheucht man die Tiere in eine neue Richtung, so kann man sehen, daß sie alle Tiere, die sie am Wege treffen, in die neue Richtung mitreißen. Sie schwenken erst dann in die neue Richtung ein, wenn die Tiere, deren Richtung übernommen wird, nahe genug gekommen sind, so daß man nicht sagen kann, ein und derselbe primäre Reiz habe alle Tiere in die neue Richtung getrieben.

Niemals ziehen einzelne Tiere gegen einen Strom oder quer zur Stromrichtung. Es kommt vor, namentlich wenn der Schwarm durch Bekämpfungsmaßnahmen beunruhigt oder auseinander gesprengt wurde, daß kleine Gruppen in verschiedenen Winkeln aufeinander stoßen. Dann bestimmt gewöhnlich die Zugrichtung der einen Gruppe die der andern. Die Richtung wird nachgeahmt. Manchmal kommt vor, daß ein Individuum sich eine kürzere Strecke (bis höchstens 1 m) in der alten Zugrichtung quer zum Strom bewegt, stets wird es aber schließlich die allgemeine Zugrichtung annehmen.

Beim Entstehen der Morgen- und Abendansammlungen ist folgendes zu beobachten. Stoßen wandernde Tiere auf schon sitzende, dann setzen sie sich in der typischen Haltung dazu. Nun ist zwar das Einnehmen dieser Haltung bei den ersten sich setzenden Tieren durch Licht und Temperaturverhältnisse bedingt. Jedoch eine Ansammlung wächst dadurch, daß vorbeiziehende Tiere sich dazu setzen. So finden sich schließlich sitzende Tiere an Stellen, an denen vor kurzem noch die Tiere gewandert hatten. Daraus ist klar zu sehen, daß in diesem letzteren Falle nicht die äußeren Bedingungen primär den Reiz zum Einnehmen der Ansammlungshaltung darstellen, sondern daß vielmehr der Nachahmungstrieb die Reaktion veranlaßt hat.

Fressende Tiere locken nicht nur andere an (Aggregationstrieb), sondern veranlassen sie auch, mitzufressen (Nachahmungstrieb).

Aggregationstrieb und Nachahmungstrieb sind 2 Faktoren, die einige schwierige Fragen der Heuschreckenbiologie dem Verständnis näher zu bringen geeignet sind. Es soll in folgendem versucht werden, 2 derartige Probleme, das Phänomen des Zusammenwanderns sowie die Frage der Entstehung der Züge zu analysieren.

2. Warum wandern die Tiere zusammen?

Der Aggregationstrieb veranlaßt die Tiere, stets Fühlung aneinander zu suchen und als geschlossene Schar zusammen zu bleiben. Der Nachahmungstrieb garantiert die Uniformität des Handelns. Die Art der Reaktion ist von äußeren Faktoren abhängig. Das Phänomen des Wanderns ist nun schließlich nichts anderes, als die Uniformität des Handelns sämtlicher Tiere einer geschlossenen Schar. So läßt sich die Frage,

warum die Tiere zusammen wandern, zurückführen auf einige wenige soziale Instinkte, die im Leben der Heuschrecken in vielen Situationen eine Rolle spielen und das Handeln entscheidend beeinflussen.

3. Wie entsteht der Wanderzug?

Um die Entstehung größerer Züge zu verstehen, muß man die Vorgänge am Eiablageplatz zur Zeit des Schlüpfens verfolgen. Die Eiablage findet an einem Eiablageplatz zwar ungefähr gleichzeitig statt, jedoch sind die äußeren Bedingungen, die die Eier im Boden finden, auch an nahe voneinander gelegenen Plätzen so verschieden, daß der Zeitraum des Schlüpfens 8—14 Tage beträgt. Wenn die eben geschlüpften Tiere sich sofort auf die Wanderung begeben würden, würden sich vom Eiablageplatz viele kleine Gruppen auf den Weg machen. Es könnten also keine Massenzüge entstehen. Wenn hinwiederum die Tiere erst von einer bestimmten Altersstufe an wandern würden, könnte es wiederum zu keiner Wanderung kommen. Statt dessen sehen wir, daß ungefähr 8 Tage nach dem Schlüpfen der ersten Larven sich am Eiablageplatz der Zug in Bewegung setzt. Dann wandern aber sämtliche Tiere, eben geschlüpfte wie 8 tägige, die sich schon im 2. Larvenstadium befinden. Es zeigt sich also, daß das Wandern erst dann einsetzt, wenn eine Menge Larven am Eiablageplatz vorhanden sind. Dies steht im entfernten Zusammenhang mit der Tatsache, daß einzelne Tiere niemals wandern. So ist gewährleistet, daß von Anbeginn an nur größere Schwärme sich auf den Weg machen. Die geschlüpften Tiere warten gleichsam auf die, die noch schlüpfen werden, um dann gemeinsam loszuziehen. Es findet ein Sammeln vor dem Aufbruch statt.

Am Eiablageplatz halten sich bereits von der Zeit, wenn die ersten Tiere schlüpfen, an die Larven in kleinen Gruppen zusammen. Diese kleinen Gruppen entstehen an den Orten, an denen sich eine Anhäufung von Eiröhren befindet, aus den Tieren, die gleichzeitig schlüpfen. Indem diese kleinsten Gruppen sich mit einander vereinigen und dann zu immer größeren Einheiten zusammen verschmelzen, entstehen schließlich die großen Lager, die sich plötzlich am Eiablageplatz in Bewegung setzen.

Die Vereinigung der kleinen Gruppen und Züge zum gemeinsamen Wanderzug läßt sich aus dem Zusammenwirken von Aggregationstrieb und Nachahmungstrieb erklären. Der Aggregationstrieb verhindert, daß Gruppen von Tieren, die auf einander stoßen, sich wieder trennen, der Nachahmungstrieb läßt nicht zu, daß Tiere, die aus verschiedener Richtung auf einander stoßen, durcheinanderfluten. Wie die Vereinigung von kleinen Gruppen zum gemeinsamen Zuge vor sich geht, läßt sich an folgendem Beispiel zeigen, das aus der Fülle des Beobachtungsmaterials herausgegriffen ist.

Larven des 1. und 2. Stadiums. 31. III. 29. (Abb. 53.)

Ein geschlossenes Lager, ca. 4 m breit, zieht in ruhigem Zug in süd-östlicher Richtung. In ca. 100 m Entfernung in der Zugsrichtung wird mit Flammenwerfern gearbeitet. Von dort flieht eine dünne aufgeregte Schar. Unser Zug stößt auf die Flüchtlinge. Die vordersten Tiere stutzen und machen halt, es rücken unterdessen von hinten Tiere nach. Die vorderste Front des Zuges kommt zum Stehen. Dann sieht man sie plötzlich in die neue Richtung abschwanken. Die Tiere ziehen in gemeinsamen Zuge zurück. Die aufgeregten Flüchtlinge haben den Zug zur Umkehr veranlaßt und ihm ihre Richtung aufgezwungen.

Das hier angeführte Beispiel zeigt in kleinen leicht zu übersehenden Verhältnissen, wie der Wanderzug aus dem Zusammenschluß vieler kleiner Gruppen entsteht.

Nun wird auch die Erscheinung klar, daß durch Bekämpfungsmaßnahmen (Flammenwerfer, Sprengen) zerstreute und auseinandergestobene

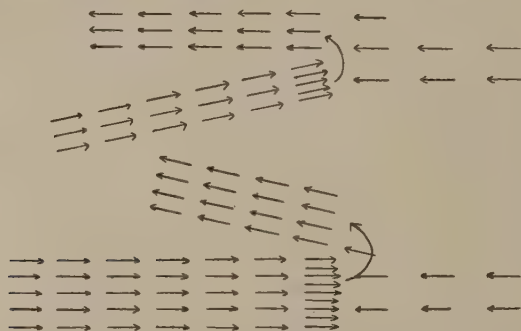


Abb. 58. Vereinigung zweier Züge, die in entgegengesetzter Richtung aufeinander stoßen.
Erklärung im Text.

Reste von Züge sich stets wieder im Laufe weniger Tage zum gemeinsamen Zug zusammenschließen. Denn Gruppen die auf einandertreffen, vereinigen sich und es besteht die Chance, daß im Laufe einiger Tage die zerstreuten Reste sich zusammenfinden.

c) Das Problem der Zugrichtung.

Es stellte sich die überraschende Tatsache heraus, daß im gesamten von Heuschrecken befallenen Gebiet auf einer Fläche von mehreren 100 qkm fast sämtliche Züge in derselben Richtung zogen, nämlich ungefähr nach Osten, d. h. Nordosten, Osten, Südosten. Diese allgemeine Zugrichtung bestand vor allem im Gebirge und war unverändert während eines Zeitraumes von 5 Wochen zu beobachten, vom Beginn der Wanderung bis zum Auftreten der geflügelten Tiere. In der Jordanebene war die Zugrichtung nicht so konstant und es konnten auch andere Zugrichtungen festgestellt werden, z. B. Westen, Süden und Norden. Jedoch

handelte es sich in der Ebene vergleichsweise mit dem Gebirge um verhältnismäßig kleine Züge, die vielfach durch Bekämpfungsmaßnahmen unruhigt worden waren.

Es scheint mir ausgeschlossen, die Zugrichtung als rein zufällig anzunehmen. Denn es handelte sich ja auf einem weiten unübersehbaren Gebiet im Gebirge um viele von einander unabhängige Züge, die alle wochenlang in derselben Richtung zogen. So kann logischerweise nur angenommen werden, daß irgend eine äußere Kraft die Richtung des Larvenzuges bestimmt. Als solche äußeren Kräfte kommen von vornherein in Betracht: Licht, Schwerkraft und Wind. Im folgenden sollen die Wirkungen der äußeren Naturkräfte auf die Richtung des Larvenzuges untersucht werden.

1. Das Licht.

Es wäre denkbar, daß die Larven durch den morgendlichen Sonnenstand im Osten phototaktisch in diese Richtung geleitet werden. Damit wäre aber nur die Zugrichtung am Morgen erklärt. Später verändert die Sonne ihren Standort und wir müßten dann annehmen, daß die weitere Orientierung während des Tages photomenotaktisch erfolgt, und zwar müßten die Fixierorte im Laufe des Tages so über die Netzhaut wandern, daß die Orientierung stets nach Osten geschieht. Für diese Aufnahme fehlt natürlich jeder Anhaltspunkt.

Zudem war morgens vielfach die Beobachtung zu machen, daß auch schon vor Sonnenaufgang sich ein kleiner Teil der Tiere in langsamer Wanderung ostwärts befand. Wenn das auch damit zu erklären wäre, daß bereits vor Sonnenaufgang der Himmel im Osten am hellsten ist, so ist darauf hinzuweisen, daß die Orientierung nach Osten auch erfolgte, wenn der Himmel gerade im Osten bewölkt war. So scheint es mir unmöglich, das Licht als richtenden Reiz für die Orientierung des Heuschreckenzuges anzunehmen.

2. Die Schwerkraft.

Wanderung nach Osten bedeutete gleichzeitig Anstieg auf die Berge. Die Larven schlüpfen am Fuß des Gebirges und wanderten dann nach oben. So wäre denkbar, daß die Schwerkraft die Larven leitet, dies wäre einleuchtend, da wir ja nachgewiesen haben, daß Heuschrecken im allgemeinen negativ geotaktisch reagieren. Dieser Annahme stehen jedoch viele Schwierigkeiten entgegen. Die Larven müßten stets das steilste Gefälle bevorzugen. Statt dessen sehen wir sie z. B. in einem Talgrund eine verhältnismäßig schwache Steigung überwinden, wo sie als negativ geotaktische Tiere den Anstieg auf die viel steileren Talwände bevorzugen müßten. Endlich war vielfach die Beobachtung zu machen, daß die Tiere nach abwärts liefen, wenn ein Abfall des Geländes in ihrer Bahn lag. So kletterten sie beim Überschreiten eines Tales senkrechte Felswände nach abwärts. Es erscheint also unmöglich, daß die Schwerkraft, d. h. das Gefälle der Landschaft, die Richtung des Larvenzuges bestimmt.

3. Der Wind.

In den von den Heuschrecken durchzogenen Gegenden herrschten vielfach Westwinde, die Zugrichtung nach Osten wäre damit erklärt, daß die Larven stets mit Rückenwind marschieren. Diese Annahme schien mir lange Zeit die Lösung des Problems. So beobachtete ich am 1. IV. 29 (vgl. Abb. 54) die Larven in einigen Talsystemen. Es herrschte schwacher Ostwind, der aber im Tal so abgelenkt wurde, daß am Grund

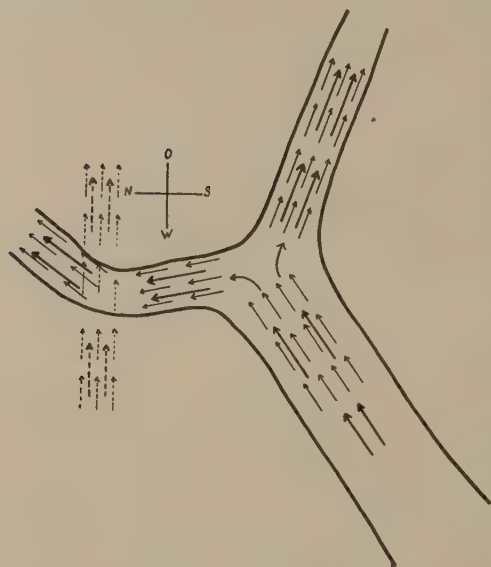


Abb. 54. Zugrichtung der Larven in einem Talsystem. Die kleinen Pfeile bezeichnen die Zugrichtung, die großen die Windrichtung.

der Täler der Wind allers-
orts in der Talrichtung
strich. Es stellte sich nun
heraus, daß die Larven
überall mit dem Wind
genau in der Talrichtung
zogen. An der mit punk-
tierten Pfeilen charakteri-
sierten Stelle hatte sich
der Wind nach $\frac{3}{4}$ Stunden
in einen reinen Westwind
gedreht. Die Larven über-
schritten nun, wieder ge-
nau mit Rückenwind, das
Tal und zogen in genau
östlicher Richtung den Tal-
hang hinauf.

Am folgenden Tag
(Abb. 55) herrschte stär-
kerer Nordwestwind, der
auch in den Tälern in
seiner Richtung nicht ab-
gelenkt wurde. Die all-

gemeine Zugrichtung war nach Südost, also wieder genau mit Rückenwind.

Am 15. IV. 29 beobachtete ich in der Ebene kleine Züge von Larven des 3. und 4. Stadiums. Die Zugrichtung war

- um 7^h nach O bei W-Wind,
- um 8.48^h nach NNW bei SSO-Wind,
- um 10.30^h nach NNO bei SSW-Wind,
- um 11^h nach SSO bei SSW-Wind,
- um 11.10^h nach WSW bei SSW-Wind.

Die 2 letzten Angaben lassen sich vielleicht so erklären, daß die Tiere durch Bekämpfungsmaßnahmen in der Nähe gestört wurden.

Denn plötzlich, um 10.45^h, ohne ersichtlichen anderen Grund, begannen die Tiere, einen großen Bogen mit etwa 50 m Radius einzuschlagen, wobei sie von NNO über SSO die Richtung WSW einschlugen.

Jedoch stellten sich bald andere Befunde heraus. Am Morgen des 17. IV. 29 zogen die Larven genau nach Osten gegen einen sehr heftigen Ostwind, der an kahlen Stellen die Fortbewegung fast unmöglich machte. Endlich gab es ganze Tage mit Ostwind, an denen die Tiere stets gegen den Wind zogen.

Wenn so auch viele Tatsachen dafür sprechen, daß die Richtung der Wanderzüge durch den Wind bestimmt wird, so kann allerdings dieser Beweis erst dann als vollkommen gelungen angesehen werden, wenn die widersprechenden Befunde eine zwanglose Erklärung finden.

Unter der Annahme, daß die Orientierung des Wanderzuges ausschließlich durch äußere Kräfte erfolgt, schienen Versuche mit Einzeltieren, die abseits vom Zuge an Stellen, an denen sich keine Heuschrecken befanden, ausgesetzt wurden, erfolgversprechend zu sein. Die Verhältnisse sind auf diese Weise viel klarer zu übersehen und es schien auch so eine Möglichkeit geboten zu sein, die Naturkräfte künstlich zu verändern, etwa durch Spiegelung der Sonne aus einer anderen Richtung auf die Tiere, oder durch künstliche Erzeugung eines Luftstromes. Es stellte sich aber heraus, daß Einzeltiere garnicht wandern und sich solitär ganz anders benehmen als innerhalb des Schwarmes.

So stellte ich diese Versuche mit kleinen Gruppen von Tieren an. Je 20—30 Tiere wurden aus einer Fanggrube in einer Schachtel herausgenommen und in der Nähe in Freiheit gesetzt. Das Ergebnis zeigen folgende Tabellen: (Siehe Tabellen auf S. 554.)

Aus diesen Versuchen, namentlich aus den in den Mittagsstunden angestellten, geht aufs deutlichste hervor, daß die Orientierung der Larven stets gegen den Wind erfolgte. Dies Ergebnis steht im Widerspruch mit den oben besprochenen Befunden, wonach die Heuschrecken sich meist in der Windrichtung mit dem Winde orientieren. Nun braucht ja die Orientierungsweise einiger weniger Tiere und eines großen Schwarmes nicht identisch zu sein und die Anemotaxis könnte einmal ein positives, einmal ein negatives Vorzeichen haben. Andererseits schließen diese Befunde aber auch nicht mit Sicherheit aus, daß die Orientierung gar nicht nach dem Wind erfolgt, sondern daß sie von einer Kraft geleitet ist, deren Wirkung bisher der Forschung entgangen ist.

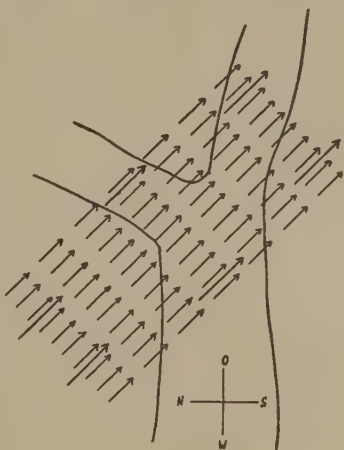


Abb. 55. Zugrichtung der Larven in einem Talssystem. Die kleinen Pfeile bezeichnen die Zugrichtung, die großen die Windrichtung.

Orientierung von Larven des 5. Stadiums, die an einem von Heuschrecken freien Platz ausgesetzt wurden. Jeder Versuch wurde mit 20—30 frischen Tieren angesetzt.

Morgens 8—9^h, Lufttemperatur ca. 30 ° C, starker Wind. 5. V. 29.

Sonnenstand	Windrichtung	Wanderrichtung
1. OSO	O	SO
2. OSO	O	O
3. OSO	O	$\frac{2}{3}$ O, $\frac{1}{3}$ N
4. OSO	O	$\frac{3}{4}$ O—OSO, $\frac{1}{4}$ N und W
5. OSO	O	$\frac{4}{5}$ O—OSO
6. OSO	O	$\frac{3}{4}$ O—OSO, $\frac{1}{4}$ S
7. OSO	O	fast alle O—OSO
8. OSO	O	$\frac{2}{3}$ O—OSO, $\frac{1}{3}$ nach anderen Richtungen.
Nach O kriechende Tiere rasch und zielsicher, andere unentschlossen.		
9. OSO	O	$\frac{3}{4}$ O, $\frac{1}{4}$ W und N
10. OSO	O	$\frac{2}{3}$ O—OSO, $\frac{1}{3}$ nach anderen Richtungen.

Mittags 12.30—1.30, Lufttemperatur ca. 40 °, Bodentemperatur ca 48 °.
5. V. 29.

Sonnenstand	Windrichtung	Wanderrichtung
1. S	S	S und SO
2. S	SSO	$\frac{2}{3}$ S, $\frac{1}{3}$ O
3. S	windstill	$\frac{1}{3}$ O, $\frac{1}{2}$ N und W
4. S	SO	$\frac{1}{2}$ O, $\frac{1}{2}$ S
5. S	O	O
6. S	O	zuerst S, dann Abbiegen nach O
7. S	O	alle nach O
8. S	SO	fast alle nach SO
9. S	SO	S—SO
10. S	SO	zuerst nach allen Seiten, dann nach SO
11. S	SO	$\frac{1}{2}$ SO.

So möchte ich die Diskussion über die Orientierung des Larvenzuges mit folgendem Ergebnis schließen: Licht und Schwerkraft bilden sicherlich nicht die orientierenden Kräfte. Dagegen gibt es viele Anhaltspunkte dafür, daß sich die Larven nach dem Wind orientieren. Jedoch sind die Resultate noch zu widersprechend, um einen Beweis zu bilden. Ich hoffe, daß eine erneute Gelegenheit mir die Weiterverfolgung dieses Problems und hoffentlich seine Lösung gestatten wird.

K. Zusammenfassung.

1. Zuchten von Eipaketen der afrikanischen Wanderheuschrecke unter verschiedenen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit ergaben, daß ein Massenschlüpfen nur innerhalb eines eng begrenzten Klimaraumes stattfindet. Eine Temperatur von 30°C und 100% Luftfeuchtigkeit stellen das Optimum dar. Unter anderen Bedingungen schlüpfen um so weniger Larven, je weiter sich dieselben vom Optimum entfernen. Diese Versuche ergaben den Schlüssel zur Massenvermehrung der Wanderheuschrecke. Nur nach genügendem Regenfall zur Zeit der Eiablage kann eine Massenvermehrung entstehen. Wahrscheinlich sind wenigstens zwei günstige Jahre erforderlich, bevor ein großer Wanderschwarm entsteht.
2. Die Körpertemperatur von *Schistocerca gregaria* hängt nur bei Fehlen direkter Sonnenstrahlung von der Außenwärme ab. Sonst steigt sie schnell auf ungefähr 40°C und etwas darüber. Diese Temperatur stellt gleichzeitig ein Aktivitäts- und Entwicklungsoptimum dar. Zur Erleichterung der Aufnahme der Sonnenstrahlen am Morgen sowie zu ihrer Verminderung am Mittag findet durch Einnahme bestimmt gerichteter Stellungen eine aktive Temperaturregulation statt. Eine Unterkühlung kam bei der Wanderheuschrecke nicht zur Beobachtung.
3. Die Aktivität der wandernden Larvenzüge hängt in weitestem Umfange von der Außentemperatur ab. In dem Stundenplan S. 467 ist diese Abhängigkeit zusammengefaßt.
4. Untersuchungen der Aktivität im Laboratorium ergaben, daß bei $4\text{--}5^{\circ}\text{C}$ die Kältestarre, bei $20\text{--}26^{\circ}$ die normale Aktivität, bei $43\text{--}44^{\circ}$ die höchste Erregung, bei $49\text{--}50^{\circ}$ die Wärmeparalyse und bei 51°C der Wärmetod beginnen.
5. Die eiablegenden Imagines und die ersten Larvenstadien besitzen mit ca. 29°C die niedrigste Vorzugstemperatur, die bis zu den neu geschlüpfen Imagines mit 39°C ansteigt. Da das erste Larvenstadium auch im Mai, d. h. zur gleichen Zeit mit den Untersuchungen der Imagines, dieselbe Temperatur wie im März ergab, so hängt diese Verschiebung der Vorzugstemperatur nicht von der Veränderung der Außenwärme, sondern von Verschiebungen im physiologischen Habitus der Stadien ab.
6. Gasstoffwechseluntersuchungen der verschiedenen Stadien ergaben für verschiedene Temperaturen, analog den Ergebnissen von Krogh und v. Buddenbrock, im normalen Wärmebereich eine annähernde Gerade, die bei den Temperaturen unter $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$, sowie über 38°C Ablenkungen zeigt und wohl am ehesten einer flach logarithmischen Kurve entspricht. Während der O_2 -Verbrauch pro Individuum von Häutung zu Häutung wächst, sinkt — entsprechend dem Oberflächengesetz von

Rubner — der Stoffwechsel pro Gewichtseinheit. Im Hungerstoffwechsel findet die geringste Gewichtsabnahme und die längste Lebensdauer in feuchter Umgebung statt.

7. Die Färbung der verschiedenen Larvenstadien der Wanderphase wird beschrieben.

Das Wachstum erfolgt derart, daß eine Häutung nach einer Gewichtsverdoppelung stattfindet, nur in einem Stadium erfolgt sie erst nach einer Vervierfachung des Gewichtes. Die Geschlechtsreife der weiblichen Imagines erfolgt erst nach einer neuen Verdoppelung des Gewichtes.

Gewichtsstatistische Untersuchungen zeigen, daß während der Diapause die Gewichtsrelation des Körpergewichts zu der Flugfläche oder den Springbeinen sich stark zuungunsten der Weibchen verschiebt. Bei 30° C dauerte die Larvenentwicklung 30 Tage. Die Lebensdauer von *Schistocerca gregaria* beträgt 1 Jahr, wovon 10 Monate auf das Imaginalstadium entfallen. Die Geschlechtsreife tritt in der Regel erst im nächsten Frühjahr ein.

Entwicklungsstadien der solitären Phase wurden nur vereinzelt angetroffen; Untersuchungen über die Phasentheorie wurden nicht angestellt. Die Eizahl schwankt pro Eipaket zwischen 40 und 100. Wahrscheinlich finden zwei Eiablagen derselben Weibchen statt.

Die Gründe, welche zu dem regelmäßigen Aussterben von *Schistocerca gregaria* in den Invasionsländern führen, werden — soweit es unsere geringen heutigen Kenntnisse gestatten — besprochen. Von natürlichen Feinden wurden *Chortophila cilicrura* Rond. (Dipt. Anthomyid.) und *Stommatorrhina lunata* F. (Dipt. Muscid.) massenhaft aus den Eipaketen erzogen. Die geflügelten Schwärme wurden von großen Storchflügen gierig befallen.

Die Bekämpfung, welche auf Grund der von der Bücherschen Expedition in Kleinasien ausgearbeiteten Grundsätze erfolgte, leistete — besonders mit dem Zinkblechverfahren — gute Arbeit.

8. Die Richtungsbewegungen der Heuschrecken lassen sich in eine Anzahl Taxien auflösen. Bei bestimmten Temperaturen erfolgt eine eindeutige Orientierungsreaktion auf Licht und Schwerkraftreize.

Die so zweckmäßig und sinnvoll anmutenden Bewegungsreaktionen der Heuschrecken lassen sich rein reflektorisch deuten.

Dagegen läßt sich das Phänomen der Massenansammlungen nicht rein sinnesphysiologisch erklären. Vielmehr kann man in zahlreichen Reaktionen das Wirken zweier sozialer Triebe erkennen: eines Aggregationstriebes und eines Imitationstriebes. Das Phänomen der Massenbewegungen sowie das Problem der Entstehung der Züge läßt sich aus dem Zusammenwirken dieser Triebe deuten.

Die Zugrichtung der Larven war allerorts dieselbe (Osten). Es muß angenommen werden, daß eine äußere Kraft den Wanderzug orientiert.

Licht- wie Schwerkraftsreize sind ohne Einfluß auf die Zugrichtung, dagegen stellt möglicherweise der Wind die orientierende Kraft dar. In den meisten beobachteten Fällen wanderten die Larven genau mit dem Wind.

Zusammenstellung der wichtigsten Literatur.

- Bodenheimer, F. S., A Contribution to the Study of the Desert Locust (*Schistocerca gregaria* Forsk.). Hadar Vol. II. Nr. 7. 1929. Tel Aviv.
- Bücher, H., Die Heuschreckenplage und ihre Bekämpfung. Berlin 1918.
- Gough, Report on the great invasion of locusts in Egypt in 1915, Min. of Agric., Egypt. Cairo 1916.
- Johnston, H. B., A further contribution to our knowledge of the bionomics and control of the migratory locust in the Sudan. Bull. Ent. Dept. Wellcome Trop. Res. Lab. 22. 1926.
- King, H. H., The migratory locust (*Schistocerca peregrina*) and its control in the Anglo-Egyptian Sudan. Ibidem 3. 1915.
- Künckel d'Herculais, Invasions des Acridiens vulgo Sauterelles en Algerie. Alger. 2. Vols. 1893—1905.
- Uvarov, B. P., Locusts and Grasshoppers. London 1928.
- Vosseler, J., Die Wanderheuschrecken in Usambara im Jahre 1903/04, zugleich ein Beitrag zu ihrer Biologie. Ber. Ld. und Forstw. D.-Ostafrika. II. 291—374.
-

Über die Entwicklung der Bezeichnungsweise für die Flugstämme periodisch auftretender Insekten.

Von

Heinrich Prell (Tharandt).

Unter den wirtschaftlich bedeutungsvollen Insekten befindet sich eine nicht geringe Anzahl von Arten, welche eine mehrjährige Entwicklung durchlaufen. Für diese Insekten ist es charakteristisch, daß die im einen Jahre auftretenden Vollkerfe nicht Abkommen der Vollkerfe des unmittelbar vorangegangenen Jahres sind, sondern von Eltern abstammen, welche in einem länger zurückliegenden Jahre als Vollkerfe in Erscheinung getreten sind; sie besitzen somit keine einfache Generationsfolge, sondern eine zusammengesetzte Generationsfolge. Da nun die Entwicklungsdauer örtlich ziemlich konstant zu sein pflegt, ist es unter Umständen möglich, ebensoviele Flugstämme der betreffenden Art zu unterscheiden, wie die Art Jahre zu ihrer Entwicklung braucht. Weiter kommt es sehr häufig vor, daß an einem bestimmten Orte einer von den theoretisch denkbaren Flugstämmen durch besonders hohe Individuenzahl auffällt (Hauptflugstamm), während die anderen Flugstämme (Nebenflugstämme) eine geringere Individuenzahl besitzen oder überhaupt nicht nachweisbar sind: praktisch spielen naturgemäß die Erscheinungsjahre der Hauptflugstämme, die Hauptflugjahre (Schwarmjahre), eine große Rolle, weil sie unter Umständen als Kalamitätsjahre erscheinen können. Die Kenntnis der Hauptflugjahre von Schadinsekten an einem Ort, in Verbindung mit der Kenntnis von der örtlichen Entwicklungsdauer, gibt schließlich die Grundlage für die Voraussage von bestehenden Massenvermehrungen und für die Vorbereitung von Bekämpfungsmaßnahmen. Aus diesen Gründen finden sich denn auch im Schrifttume reichlich Angaben über das Auftreten von solchen periodisch erscheinenden Insekten.

Für die verschiedensten Zwecke ist es nun notwendig, die in Betracht kommenden Flugstämme von Insekten mit mehrjähriger Generation kurz zu bezeichnen. Das ist dementsprechend denn auch in vielen Veröffentlichungen geschehen, und zwar ist die Bezeichnung, welche die

Flugstämme schädlicher Insekten in solchen Fällen gefunden haben, sehr mannigfaltig. In der Art und Weise der Bezeichnung läßt sich dabei deutlich eine, allerdings überraschend langsame, Weiterentwicklung bezüglich ihrer Zweckmäßigkeit verfolgen. Dieser nachzugehen und dabei zugleich zu einer Vereinheitlichung der Bezeichnungsweise beizutragen, soll im folgenden versucht werden.

Ursprünglich knüpfte sich die Flugstammbezeichnung unmittelbar an die Jahreszahlen der Flugjahre an, bei deren Benutzung in verschiedener Weise vorgegangen wurde.

Die einfachste Möglichkeit der Flugstammkennzeichnung bestand darin, daß man kurzerhand ein einzelnes Jahr, in welchem ein Flugstamm in bemerkenswertem Umfange auftrat oder gar eine Kalamität verursachte, zur Bezeichnung dieses Flugstammes verwendete. Diese Methode der Bezeichnung von Flugstämmen nach einzelnen Flugjahren, wie sie gelegentlich angewandt wurde (G. B. Smith), kann nicht befriedigen, weil sie eine Kenntnis der örtlichen Entwicklungsdauer des Insekts voraussetzt und weil obendrein in demselben Jahre Flugstämme der gleichen Art von verschiedener Entwicklungsdauer ihren Flug haben können. Unter dem Flugstamm „1868“ der Periodischen Cicade Nordamerikas würde beispielsweise sowohl ein Stamm der 17-jährigen Rasse der Periodischen Cicade (1851 nach Smith), als auch ein Stamm der 13-jährigen Rasse derselben Art (1842 nach Smith) verstanden werden können. Überdies kann die Wahl verschiedener Flugjahre des gleichen Flugstammes zur Bezeichnung dieses Flugstammes leicht zu Unübersichtlichkeit führen.

In der Regel wird daher bei Verwendung von Jahreszahlen nicht nur ein Flugjahr angegeben, sondern es werden deren mehrere genannt, welche sich aus der Zusammenfassung des wiederholten Auftretens desselben Flugstammes am gleichen Orte ergeben, und welche naturgemäß für den betreffenden Flugstamm charakteristisch sind. Die Methode der Bezeichnung von Flugstämmen nach Flugjahrfolgen beruht somit darauf, daß man eine abgekürzte Reihe von tatsächlich beobachteten Flugjahren zur Charakterisierung eines Flugstammes wiedergibt. Man spricht dann also beispielsweise beim einheimischen Maikäfer von einem örtlichen Flugstamme 1856/59/62, einem örtlichen Flugstamme 1875/79/83, einem örtlichen Flugstamme 1901/04/07, usw. Diese Bezeichnungsweise nach abgekürzten Flugjahrfolgen ist noch heute sehr verbreitet, und wird auch in neueren Veröffentlichungen in der Regel verwendet. Als befriedigend kann diese Methode aber nur für Einzelangaben gelten, da bei vergleichenden Untersuchungen über die Flugjahre an verschiedenen Orten die Zusammenstellung von exakt ermittelten Jahresfolgen ein recht unübersichtliches Bild gibt. Erst die Ableitung längerer Jahresfolgen läßt beispielsweise erkennen, daß von den soeben willkürlich gewählten Flugjahrfolgen die erste und die letzte miteinander identisch sind. Entsprechende Fälle ergeben sich praktisch naturgemäß in ungemessener Zahl.

Unter diesen Umständen machte es sich nötig, von der Verwendung der Jahreszahlen selbst zur Charakterisierung von Flugstämmen ganz abzusehen und eine anderweitige Bezeichnung der Flugstämme zu versuchen. Zwei ihrer Natur nach sehr verschiedene Wege werden zu diesem Ziele eingeschlagen.

Am nächsten lag es vielleicht, den einzelnen Flugstämmen besondere Bezeichnungen beizulegen, eine Methode, welche demgemäß auch des öfteren angewandt wurde.

Von manchen Autoren wurden die Flugstämme periodischer Insekten mit Eigennamen versehen; diese wurden dabei nach gewissen Örtlichkeiten, an welchen das Auftreten der betreffenden Flugstämme sehr charakteristisch war, gewählt. Der älteste Fall einer solchen Bezeichnung von Flugstämmen nach dem Orte des Vorkommens dürfte die Benennung der Flugjahrfolgen des Maikäfers in der Schweiz sein. Bei dreijähriger Generation des Maikäfers kommen dort drei Flugjahrfolgen in Betracht, welche von O. Heer als Bernerflugjahr (1834), Urnerflugjahr (1835) und Baselerflugjahr (1836) gekennzeichnet wurden. Für lokalfaunistische Angaben ist diese Bezeichnungsweise zweifellos recht zweckmäßig. Für zusammenfassende Untersuchungen allgemeineren Charakters dürfte sie aber deshalb ungeeignet sein, weil es demjenigen, welcher die Flugverhältnisse in dem gerade als charakteristisch hervorgehobenen Orte nicht aus eigener Erfahrung oder aus Angaben des Schrifttums kennt, unmöglich ist, von der Flugstammbezeichnung zur Flugjahrfolge oder umgekehrt eine Brücke zu finden.

Andere Autoren wählten zur Bezeichnung der verschiedenen Flugstämme Ziffern. Die Gesichtspunkte, nach welchen sie diese Numerierung vornahmen, waren dabei recht verschieden.

Zunächst wurden die tatsächlich vorliegenden Beobachtungen über das Auftreten der Flugstämme der Bezifferung zugrunde gelegt. Jedem einzelnen exakt festgestellten Flugstamme einer bestimmten Art wurde also eine Nummer gegeben.

Diese Numerierung konnte einerseits ihrem Charakter nach ganz dem Zufall überlassen bleiben, also etwa in der Reihenfolge erfolgen, in welcher die Flugstämme ermittelt worden waren. Unter diesen Umständen konnten die Nummern jedem Flugstamme dauernd verbleiben, da jedem neu entdeckten Flugstamme eben eine neue Nummer gegeben wurde (Fitch). Die Folge dieses Vorgehens war aber dann, daß ganz von selbst bald jeder Zusammenhang zwischen Jahresfolge und Nummernfolge verloren gehen mußte.

Die Numerierung konnte andererseits auch Rücksicht nehmen auf die zeitlichen Beziehungen der Flugjahre zueinander. Sie erfolgte dann in der Reihenfolge des Auftretens der Flugstämme nach einem bestimmten vorher willkürlich festgelegten Termine. Als solcher wurde beispielsweise bei der Periodischen Cicade Nordamerikas das Jahr 1868 gewählt

(Riley), weil dieses ein besonders auffälliges und bedeutungsvolles Flugjahr war. Diese Methode schien auf den ersten Blick recht zweckmäßig zu sein, bewährte sich aber durchaus nicht. Bei ihrer Anwendung mußte man damit rechnen, daß die Ermittlung eines neuen Flugstammes die ganze Numerierung umstoßen und die größte Verwirrung anrichten konnte; ein Vergleich der Flugstammbezeichnungen von Walsh & Riley (1868) und von Riley (1869) läßt diese Schattenseite nur zu deutlich hervortreten.

Beiden Verfahren der Bezifferung der exakt ermittelten Flugstämme haftete noch der Übelstand an, daß die Numerierung ausschließlich auf die Erscheinungsjahre der Flugstämme abgestellt war. Es wurde also nicht besonders darauf Rücksicht genommen, daß die Entwicklungsdauer örtlich oder bei verschiedenen Rassen ungleich sein konnte, sondern einfach so verfahren, daß gegebenenfalls im gleichen Jahre auftretende Flugstämme von verschiedenem Entwicklungscyclus mit aufeinander folgenden Ziffern belegt wurden. So ergab sich von selbst, daß wie bei der Belegung mit Eigennamen, so auch jetzt bei der Bezifferung der Flugstämme die Benutzung eines besonderen Schlüssels notwendig war, um von der Nummer eines Flugstammes zu der Jahresfolge seines Auftretens zu gelangen und umgekehrt. Beide Verfahren mußten also letzten Endes als verfehlt gelten, weil sie zu keinem klaren und eindeutigen Ergebnis führten.

Weiterhin wurden dann nicht nur die tatsächlich beobachteten Flugstämme einer Art, sondern alle theoretisch denkbaren Flugstämme derselben von Anfang an berücksichtigt (Marlatt). So ließ sich erreichen, daß bei voller Erhaltung der zeitlichen Reihenfolge Umnumerierungen endgültig vermieden wurden. Als Ausgangsjahr der Flugstammbezifferung bei der Periodischen Cicade wurde dabei das Jahr 1893 gesetzt, weil mit diesem Jahre längere Folgen von tatsächlich beobachteten Flugjahren verschiedener Stämme beider Rassen dieser Art begannen. Sodann wurden die beiden Rassen mit verschiedener Entwicklungsdauer bei der Numerierung scharf voneinander getrennt, indem Marlatt den 17 möglichen Flugstämmen der 17-jährigen Rasse die Nummern I bis XVII, den 13 Flugstämmen der 13-jährigen Rasse die Nummern XVIII bis XXX gab. Obwohl diese Bezeichnungsweise sich offenbar gut eingebürgert hat, kann sie nur als wenig befriedigend gelten. Die Zusammenfassung der Nummern für mehrere Rassen von verschiedener Entwicklungsdauer in einer Zahlenreihe und die Festlegung des Anfanges für die Numerierung auf ein höchstens dem Sachkundigen geläufiges Jahr sind dafür verantwortlich, daß auch hier der Zusammenhang zwischen Flugstammbezeichnung und Flugjahren nicht offenkundig hervortritt.

Ohne eine besondere Bezeichnung der Flugstämme und ohne Angabe von Jahreszahlen kann man schließlich auskommen, wenn man nur gewisse Besonderheiten der charakteristischen Flugjahrfolgen hervorhebt.

So kann man bei Insekten mit 2-jähriger Generation solche mit einer Folge geradzahligter und solche mit einer Folge ungeradzahligter Flugjahre unterscheiden. Bei Insekten mit 3-jähriger Generation gibt es Flugstämme, deren Flugjahre bei der Division mit 3 keinen Rest, den Rest 1 oder den Rest 2 ergeben (Heer). Bei den Insekten mit 4-jähriger Generation bezieht man sich gern auf die Schaltjahre und unterscheidet daher einen Flugstamm, welcher im Schaltjahr fliegt, einen, welcher ein Jahr nach dem Schaltjahr fliegt, einen, welcher 2 Jahre nach oder vor dem Schaltjahre fliegt und einen, welcher ein Jahr vor dem Schaltjahre fliegt. Bei Insekten mit 5-jähriger Generation unterscheidet man in entsprechender Weise die Flugstämme, welche im, ein Jahr nach, 2 Jahre nach, 2 Jahre vor, und ein Jahr vor dem Jahrzehnt oder Jahr fünf auftreten. Diese Bezeichnungsweise ist an sich recht gut, krankt aber an ihrer Umständlichkeit und ist vor allem deshalb nicht günstig, weil sie nur für Insekten mit kürzerer Generationsdauer anwendbar ist, für eine allgemeine Bezeichnungsweise also nicht in Betracht kommt.

Stellt man nun rückschauend die Methoden zusammen, nach welchen versucht wurde, in das Gewirr der Generationsfolgen von Insekten mit mehrjähriger Entwicklungsdauer eine gewisse Ordnung zu bringen, so gelangt man zu der folgenden Übersicht über die Bezeichnungsweise der Flugstämme:

- I. Bezeichnung mit Jahreszahlen.
 - A. Bezeichnung nach einzelnen Flugjahren.
 - B. Bezeichnung nach Flugjahrfolgen.
- II. Bezeichnung ohne Angabe von Jahreszahlen.
 - A. Schaffung besonderer Bezeichnungen der Flugstämme.
 1. Bezeichnung nach dem Ort des Vorkommens.
 2. Bezeichnung mit Ziffern.
 - a) Bezifferung der exakt ermittelten Flugstämme.
 - α) Bezifferung in der Reihenfolge der Ermittlung.
 - β) Bezifferung in der Reihenfolge des Auftretens nach einem willkürlich festgelegten Termine.
 - b) Bezifferung aller theoretisch möglichen Flugstämme in der Reihenfolge des Erscheinens nach einem willkürlich festgelegten Termin.
 - B. Kennzeichnung nach besonderen Eigenschaften der Jahreszahlen einzelner Flugjahrfolgen.

Ein Blick auf die Übersicht läßt erkennen, daß die Bearbeiter von periodischen Insekten sich immer wieder vor das Problem der Flugstammbezeichnung gestellt sahen und immer neue Wege zu seiner Lösung einschlugen. Die vorangegangene Erörterung hat nun gezeigt, daß keiner der bisherigen Lösungsversuche als geglückt gelten kann. Es läßt sich aber vermuten, das auf Grund der Zusammenstellung der bisherigen Ver-

suche ein gangbarer Weg zu einer einheitlichen und zweckmäßigen Ausdrucksweise gefunden werden kann.

Unter Berücksichtigung der Einwürfe, welche gegen die verschiedenen bisher verwendeten Methoden zur Bezeichnung der Flugstämme von periodischen Insekten gemacht werden mußten, lassen sich einige Forderungen aufstellen, welchen eine befriedigende Bezeichnungsweise der Flugstämme genügen muß, nämlich:

1. Eindeutige und endgültige kurze Bezeichnung eines jeden Flugstammes;
2. Mühelose Ableitbarkeit einerseits einer Flugjahrfolge von der gegebenen Bezeichnung des Flugstammes, andererseits der Bezeichnung des Flugstammes von einer gegebenen Flugjahrfolge;
3. Gleichmäßige und einheitliche Anwendbarkeit der Bezeichnungsweise auf alle periodischen Insekten.

Die Erfüllung dieser Forderungen ist dann erreicht, wenn es gelingt, in der Bezeichnung des Flugstammes einen Hinweis auf die Gesamtzahl des in der betreffenden zusammengesetzten Generationsfolge theoretisch möglichen Flugstämme, einen Hinweis auf den Einzelstamm unter den möglichen Flugstämmen und einen Hinweis auf ein charakteristisches Flugjahr dieses Einzelstammes zu geben.

An anderer Stelle¹⁾ habe ich nun kürzlich auf eine Bezeichnungsweise für die Flugstämme periodischer Insekten hingewiesen, welche diesen Forderungen genügt. Es handelt sich dabei um die Kennzeichnung eines jeden Flugstammes durch eine Doppelziffer.

Die erste Ziffer gibt die Zahl der Jahre der zugrunde liegenden Generationsdauer an und nennt damit zugleich die Gesamtzahl der Flugstämme, welche in Betracht kommen.

Die zweite Ziffer gibt die Ordnungszahl des einzelnen Flugstammes innerhalb der Gesamtzahl der theoretisch möglichen Flugstämme an. Dabei wird grundsätzlich als Ausgangsjahr für die Numerierung der verschiedenen Flugstämme von gleicher Generationsdauer das erste Jahr nach der letzten Jahrhundertwende gewählt. So erhält die zweite Ziffer zugleich den Charakter eines unmittelbaren Hinweises auf ein bestimmtes Flugjahr, da die Ordnungszahl des Flugstammes den beiden letzten Stellen der Jahreszahl des ersten Auftretens des Flugstammes nach 1900 entspricht. Von dieser Jahreszahl aus läßt sich dann aber mit Hilfe der Generationsdauer leicht jedes andere Flugjahr ermitteln. Andererseits ist die Ordnungszahl des zugehörigen Flugstammes aus jeder Jahreszahl leicht abzuleiten, weil sie bei Jahreszahlen nach 1900 sich bei Division der Zahl über 1900 durch den Wert für die Generationsdauer

¹⁾ Prell, H., Die Vereinheitlichung der Bezeichnungsweise für die verschiedenen Generationsfolgen von Insekten mit mehrjähriger Generation. Zoolog. Anzeiger, Bd. LXXXI, 1929, H. 7/10, S. 203—219.

als Rest ergibt, bei Jahreszahlen vor 1900 sich errechnet, wenn man den Abstand des gegebenen Jahres von 1900 durch den Wert für die Generationsdauer dividiert und den übrigbleibenden Rest von dem Wert für die Generationsdauer abzieht.

Zur Vermeidung von Irrtümern ist bei der Schreibung der Flugstammbezeichnung für die Generationsdauer eine lateinische Ziffer, für die Ordnungsnummer eine arabische Ziffer gewählt, welche durch einen Schrägstrich von einander getrennt werden.

Einige Beispiele lassen den Charakter dieser Bezeichnungsweise ohne weiteres erkennen. Der Hauptflugstamm der 17-jährigen Cicade, welcher seit 1634 bekannt ist und 1906 in den atlantischen Staaten wiederum auftrat, heißt danach XVII/6; der Hauptflugstamm der Periodischen Cicade mit der Bezeichnung XIII/7 hat dem gegenüber eine 13-jährige Entwicklungsdauer und flog im Jahre 1907. Die Bezeichnung II/2 bezieht sich auf ein Insekt mit 2-jähriger Entwicklung, das in geradzahligen Jahren, also 1902/04/06, fliegt (z. B. *Saperda populnea* in Sachsen); III/1 betrifft ein Insekt mit 3-jähriger Entwicklung, das in der Jahresfolge 1901/04/07 fliegt (z. B. *Melolontha pectoralis* in Tirol); IV/4 bezeichnet ein Insekt mit 4-jähriger Entwicklung, das in den Schaltjahren, also 1904/08/12, fliegt (z. B. *Melolontha melolontha* in Tharandt); V/4 charakterisiert ein Insekt mit 5-jähriger Entwicklung, das in der Jahresfolge vor den Jahrfünften oder Jahrzehnten, also 1904/09/14 fliegt (z. B. *Melolontha hippocastani* in Danzig).

Die Anwendung dieser neuen Bezeichnungsweise schließt jegliches Mißverständnis aus und dürfte somit geeignet sein, vergleichende Studien über periodische Insekten zu erleichtern.

Rg V

Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen.

Von

W. Schnauer, Berlin.

(Mit 24 Abbildungen.)

I. Einleitung.

- a) Zweck der Arbeit und ihre Grenzen.
- b) Methodik der Arbeit und der Untersuchungen.
- c) Besondere Schwierigkeiten.

II. Hauptteil.

A. Fünf Schädlinge:

- a) Rübensaaskäfer.
 - 1. Gesamtverbreitung.
 - 2. Schadgebietskarte und Ergebnisse.
 - 3. Weitere Untersuchungen.
- b) Zwergzikade.
 - 1. Gesamtverbreitung.
 - 2. Schadgebietskarte und Ergebnisse.
 - 3. Weitere Untersuchungen.
- c) Ackerschnecke.
 - 1. Gesamtverbreitung.
 - 2. Schadgebietskarte und Ergebnisse.
 - 3. Weitere Untersuchungen.
- d) Weizenhalmfliege.
 - 1. Gesamtverbreitung.
 - 2. Schadgebietskarte und Ergebnisse.
 - 3. Weitere Untersuchungen.
- e) Getreideblumenfliege.
 - 1. Gesamtverbreitung, biologische Bemerkungen.
 - 2. Schadgebietskarte und Ergebnisse.
 - 3. Weitere Untersuchungen.

B. Vergleich der Schädlinge miteinander.

III. Ergebnisse der Auswertung der Jahresberichte und der Festlegung von Schadgebieten für den Pflanzenschutz.

I. Einleitung.

a) Zweck der Arbeit und ihre Grenzen.

Mit der Gründung des Sonderausschusses für Pflanzenschutz der Deutschen-Landwirtschafts-Gesellschaft wurde die Grundlage für die heutige Organisation des deutschen Pflanzenschutzdienstes gelegt. Der Sonderausschuß sollte die Bestrebungen des Pflanzenschutzes zusammenfassen, die praktischen Erfordernisse aufzeigen und zugleich für die Erforschung der wissenschaftlichen Grundlagen der Phytopathologie richtunggebend sein. Der doppelten Aufgabe, der Wissenschaft und der landwirtschaftlichen Praxis zu dienen, suchte man durch Gewinnung von Beobachtern, die das Auftreten aller Krankheitserscheinungen aufzeichneten, und Weitergabe dieser Aufzeichnungen an die Wissenschaft zur Auswertung gerecht zu werden. Seit 1893 wurden besondere Jahresberichte über das Auftreten von Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen herausgegeben. Diese Organisation ist bei dem Übergange der Funktionen des Sonderausschusses an die Biologische Reichs-Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in den Grundzügen beibehalten und ausgebaut worden. Die Hauptstellen für Pflanzenschutz in den einzelnen Ländern und Provinzen sind die Träger der Meldungstätigkeit und stehen zugleich selbst im Dienste der wissenschaftlichen Forschung.

Bisher hat zum großen Teile die Parasitologie im Vordergrund der wissenschaftlichen Untersuchungen stehen müssen, um die Krankheitserreger kennen zu lernen. Mit dem Fortschritt dieser Erkenntnisse wuchs aber zugleich auch die andere, daß man bei einer Bekämpfung bestehender Schäden oder ausgebrochener Krankheiten nicht stehen bleiben könne. Die Aufmerksamkeit hat sich immer mehr darauf gerichtet, vorbeugende Maßnahmen treffen zu können, um so der Praxis die Einleitung von Gegenmaßnahmen vor dem eigentlichen Ausbruch der Schädigungen zu ermöglichen. Bis zu diesem Ziele ist noch ein weiter Weg. Vorher müssen vor allem die Faktoren, von denen das Auftreten der Krankheitserreger abhängig ist, die Abhängigkeitsfaktoren aus der gesamten Umwelt, erforscht werden. Bemerkenswerte Ansätze für die Erkenntnis der Zusammenhänge zwischen Krankheitserreger und seiner Umwelt, zwischen seinem Auftreten und den dasselbe bedingenden Faktoren sind bereits vorhanden. Zur Fortführung und zum Ausbau dieser Ansätze müssen aber nicht nur die verschiedensten Disziplinen Hand in Hand arbeiten, sondern es muß auch das in den Jahresberichten gesammelte Beobachtungsmaterial herangezogen werden, um daraus soweit möglich Erkenntnisse zu schöpfen. Das ist bisher nicht systematisch geschehen.

Die vorliegende Arbeit stellt nun den Versuch dar, aus den in den Jahresberichten der Jahre 1893—1927 aufgezeichneten Meldungen festzustellen, ob bestimmte Krankheitserreger gewisse Gegenden innerhalb Deutschlands bevorzugen, womöglich diese Gebiete kartographisch fest-

zulegen und daraus Schlüsse auf die maßgebenden Abhängigkeitsfaktoren zu ziehen. Aus der großen Zahl der Krankheitserreger wurden einige wichtige tierische Schädlinge ausgewählt: Aus der Gruppe der *Coleopteren* die Rübenaskäfer (*Blitophaga* sp.), aus der Gruppe der *Hemipteren* die Zwergzikade (*Jassus sexnotatus* Fall.), von den *Mollusken* die Ackerschnecke (*Agriolimax agrestis* L.) und von den *Dipteren* die Weizenhalmfliege (*Chlorops pumilionis* Bjerk.) und die Getreideblumenfliege (*Hylemyia coarctata* Fall.).

Mit dieser Aufgabestellung sind aber zugleich die Grenzen der Arbeit gekennzeichnet. Das vorliegende Berichtsmaterial bildet die Grundlage für die kartographische Erfassung der Gebiete mit häufigen und dauernden Schäden (Schadgebiete) und die daraus zu erkennenden Abhängigkeiten. Im übrigen wurden auch die in der Literatur vertretenen Meinungen über Abhängigkeitsfaktoren jedes Schädlings nach Möglichkeit einer Betrachtung unterzogen.

b) Methodik der Arbeit und der Untersuchungen.

Die erste Aufgabe sollte die kartographische Erfassung von Gebieten mit dauernden oder häufigen Schädigungen durch die genannten Schädlinge innerhalb Deutschlands sein. Dabei mußte sogleich die Frage geklärt werden, ob das Gesamtverbreitungsgebiet des einzelnen Schädlings ganz Deutschland umfaßt oder nicht. Die angestrebte kartographische Darstellung machte die Wahl eines Grundmaßes erforderlich, auf das sich alle in den Berichten aufgezeichneten Meldungen zurückführen ließen. Als solches wurde die kleinste politische Verwaltungseinheit, der Kreis (Amtshauptmannschaft, Bezirksamt, Oberamt), gewählt. Dann wurden die Aufzeichnungen jedes einzelnen Jahresberichtes vorgenommen, mit Hilfe des Ortslexikons für jede Ortsmeldung der zugehörige Kreis bestimmt und diese Meldung in eine Tabelle eingetragen. Für die Stärke des Auftretens oder die Größe des Schadens — beides ist in den Berichten meist nicht unterschieden — wurde eine Schlüsselbezeichnung nach den in den Berichten gebrauchten Ausdrücken geschaffen. Die Zeichen kehren auf den Kurventafeln weiter unten wieder und müssen daher hier angeführt werden. Es bedeutet:

○ = sehr vereinzelter Auftreten, sehr vereinzelter Schäden, fast gar keine Schäden,

○ = vereinzelter Auftreten, schwache vereinzelter Schäden in geringem Umfang,

● = vereinzelter starker Auftreten, vereinzelter starke Schäden in geringem Umfang,

⦿ = häufiges, öfteres, stärkeres Auftreten, häufigere Schäden, öftere Schäden gemeldet in schon größerem Umfang,

+ = starker Auftreten, starke Schäden,

++ = sehr starker Auftreten, sehr starke Schäden,

+++ = außerordentlich starker, epidemischer Auftreten, besonders starke Schäden, Verheerungen.

An dieser Stelle soll sogleich einem Einwand begegnet werden, der gemacht werden könnte. Es ist durchaus bekannt, daß das in den Jahresberichten vorliegende Beobachtungsmaterial weder vollständig noch auch immer ganz einwandfrei ist. Es sei nur an die Bestimmung oder Erkennung der Erreger der Schäden, namentlich unter den Insekten, erinnert, die sicher viel zu wünschen übrig ließ. Der Ausbau der Berichterstattung des Pflanzenschutzdienstes in den letzten Jahren bestätigt, daß vieles verbesserungsbedürftig ist. Alle diese Kritik, so berechtigt sie zum großen Teil sein mag, darf aber nicht dazu führen, vorhandenes statistisches Material seiner Unvollständigkeit halber gänzlich außer Betracht zu lassen. Im Gegenteil, es muß trotz der ihm anhaftenden Mängel wegen seiner Unersetzbarkeit mit zur Auswertung herangezogen werden, bis für eine weitere Reihe von Jahren Material vorliegt, bei dessen Sammlung die an dem bisherigen erkannten Nachteile nach Möglichkeit ausgeschaltet wurden. Meldungen, in denen offenbar eine Unsicherheit bei der Bestimmung des Erregers zutage trat, wurden nicht in die Arbeit einbezogen.

Die oben schon erwähnten Tabellen enthielten also für jedes Jahr und jedes Land bzw. Provinz die mit einer Gradbezeichnung versehenen Kreise, aus denen Schadensmeldungen vorlagen. Schon hier hoben sich die von den einzelnen Schädlingen bevorzugten Gebiete hervor. Zur Vereinfachung und zur Erzielung möglichst weniger, klarer Abstufungen wurden die Zeichen

+, ++, +++ als stark,
 ● und ○ als mittel,
 ○ und ⊖ als schwach

zusammengefaßt und in Listen für jeden einzelnen Kreis die Anzahl der Jahre mit schwachen, mittelmäßigen und starken Schäden festgestellt. Daraus wurde dann die endgültige Bezeichnung jedes einzelnen Kreises auf der Schadgebietskarte gewonnen, die in vier Abstufungen vorgenommen wurde:

1. keine Schraffur = keine öfteren Schad- oder Auftretensmeldungen,
2. gestrichelte Schraffur = Gebiet schwacher Schäden,
3. weite Schraffur = Gebiet mittelstarker Schäden,
4. dichte Schraffur = Gebiet der stärksten Schäden.

Das Berichtsmaterial ließ eine Gewinnung der Bezeichnung jedes Kreises auf rein rechnerischem Wege nicht zu. Die Perioden des Schadauftretens in jedem Kreise liegen oft eine ganze Reihe von Jahren auseinander, manchmal sind in dem 35jährigen Zeitraum nur ein oder zwei solcher Schadensperioden zu verzeichnen. Es mußte daher von einer rechnerischen Ermittlung aus dem Mittel der 35 Jahre abgesehen werden. Unmöglich war es auch, eine bestimmte Zahl von Jahren mit Schadstärke 2, 3 oder 4 der endgültigen Bezeichnung der Kreise zugrunde zu legen.

Vielmehr wurde an Hand der Tabellen und Listen aus der zeitlichen Folge und Dauer der Schädigungen in den einzelnen Jahren die endgültige Bezeichnung der Kreise festgelegt. Das ergab die auf den Karten I—V wiedergegebenen Schadgebiete jedes Schädlings. Für die Darstellung der Unterschiede der einzelnen Teile des Schadgebietes wurde nach verschiedenen Versuchen die Methode der Verstärkung oder Verdichtung der Schraffur angewandt. Je dichter also ein Kreis schraffiert ist, desto stärker sind die häufigen, dauernden Schäden. Diese Art der Darstellung hat den Vorteil, daß sie eine Verwendung aller Meldungen gestattet, allerdings auf dem Umweg über eine Tabelle oder Liste. Für die Ermittlung des Schadgebietes sind aber alle Meldungen von Wichtigkeit. Die bisher in den Jahresberichten über Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen gebrachten Karten mußten sich auf eine Darstellung der Meldungen über starkes Auftreten beschränken, um nicht bei der großen Anzahl der Meldungen aller Stärkegrade verwirrend zu wirken. So erschien die angewandte Darstellungsmethode als eine Verbesserung.

Die Ermittlung der Schadgebiete war damit abgeschlossen und es galt nun, daraus Schlüsse auf maßgebende Abhängigkeitsfaktoren zu ziehen. Als maßgeblich sind in erster Linie klimatische Faktoren, Temperatur und Feuchtigkeit in ihrer gebietsmäßigen Verteilung innerhalb Deutschlands zu betrachten, dann die Anbauareale der Hauptwirts- oder Nährpflanzen der einzelnen Schädlinge. Zur Erkenntnis weiterer Abhängigkeitsfaktoren mußten die bisher in der Literatur vorliegenden Ergebnisse von Einzelversuchen und Untersuchungen herangezogen werden. Das trifft besonders für die Faktoren Witterung und Boden zu. Es wurde eine Sonderaufgabe, die Literatur über jeden einzelnen Schädling, soweit sie zugänglich war, zu sammeln. Aus dieser sowie aus den Ausführungen der Pflanzenschutzberichte wurden die Ansichten über die Abhängigkeit jedes einzelnen Schädlings von besonderen Witterungs- und anderen Faktoren einander gegenübergestellt. Soweit erreichbare Unterlagen, wie Witterungsberichte, Niederschlagsbeobachtungen, genaue Versuchsergebnisse, benutzt werden konnten, wurde eine Nachprüfung versucht, um auch in Einzelfragen weitere Klärung zu bringen. Den Rahmen für diese Untersuchungen stellte aber immer der insgesamt zur Untersuchung stehende 35jährige Zeitraum dar, der ein Arbeiten mit allgemeinen Mittelzahlen erforderte. Demgemäß konnten nur als allgemeingültig hingestellte Meinungen und Versuchsergebnisse einer Nachprüfung unterzogen werden, soweit ihre Nachprüfung aus Literatur und Statistik überhaupt möglich wurde. Wo das nicht angängig war, mußte des öfteren aus der Gegenüberstellung der Meinungen die Folgerung gezogen werden, daß durch Anstellung von Versuchen eine Klärung zu erstreben sei.

Der Begriff Klima stellt einen Komplex von Einzelfaktoren (Licht, Luft, Temperatur und Feuchtigkeit) dar. Alles Leben unterliegt der Einwirkung dieses Gesamtkomplexes. Ist es nun schon schwierig, im Ver-

such oder bei der Beobachtung die Anteile jedes einzelnen Faktors festzustellen, so steigen diese Schwierigkeiten, wenn aus Aufzeichnungen zum Teil weit zurückliegender Jahre auf ihre Einwirkung und Einzelwirkung geschlossen werden soll. Trotzdem ist es sicher, daß jeder einzelne Schädling von der Sonderwirkung verschiedener Einzelfaktoren abhängig ist. Der Versuch, diese Einzelfaktoren mit Hilfe der Literatur aufzufinden, dürfte mancherlei Anregung für Versuchsanstellung und Beobachtung bringen. Diese Tatsache zeigt schon die Betrachtung einiger gebräuchlicher Begriffe, die in der Literatur in ganz verallgemeinerter Form benutzt werden. Es können diese Schwierigkeiten hier nur angedeutet werden:

In den Berichten aus allen Landesteilen wird von nasser oder trockener Witterung, nassen oder trockenen Jahren gesprochen. Man braucht aber nur die Jahresregenmengen aus verschiedenen Klimabezirken oder die von zwei verschiedenen Wetterstationen desselben Klimabezirkes miteinander zu vergleichen, um zu der Ansicht zu kommen, daß z. B. für den kontinentalen und den ozeanischen Klimabezirk „naß“ und „trocken“ etwas ganz verschiedenes ist. Ein einheitlicher Maßstab dafür, was in jedem Klimabezirk naß oder trocken (bezüglich der Monate und Jahre) bedeutet, fehlt aber bis heute, so daß ein Vergleich solcher Angaben nicht ohne weiteres möglich erscheint.

Vollends ohne Maßstab wird bisher der Begriff „Vegetationszone“ oder „Vegetationszeit“ in der Literatur gebraucht. Auch hier steht fest, daß Unterschiede vorhanden sind (Rheinland-Ostpreußen). Es dürfte eine dankbare Aufgabe sein, die für diesen Begriff zugrunde zu legende Einheit, sei es aus dem Temperaturverlauf, sei es aus dem Wachstumsablauf gewisser Pflanzen während eines Jahres, herauszuarbeiten.

Die „Saatzeit“ ist sicherlich vom Witterungsverlauf des einzelnen Jahres abhängig. In den einzelnen Gegenden jedoch dürften die gebräuchlichsten Saattermine stark voneinander abweichen. Da für den Pflanzenschutz diese in der Literatur bisher unbekannten Termine recht oft eine Rolle spielen (z. B. Bekämpfung der Getreidefliegen), könnte ihre Festlegung für die einzelnen Gegenden sich als nützlich erweisen.

Auch der Begriff der „Wachstumsstörung“ ist noch völlig ungeklärt (siehe unten Abschnitt über *Chlorops*). Trotzdem wird oft von einer solchen oder von einem Zurückhalten des Wachstums durch die Witterung gesprochen. Wie die einzelnen Witterungsfaktoren die Pflanzen in ihrem Wachstum beeinflussen, innerhalb welcher bestimmten Grenzwerte eine Hemmung einsetzt, wie sich diese Grenzwerte in den verschiedenen Klimabezirken stellen und in welchem Stadium der Pflanze durch solche hemmende Einwirkung die größten Schäden verursacht werden, muß den Feststellungen künftiger Versuche überlassen bleiben. Wichtig dürften sie aus dem Grunde sein, weil durch solche Einwirkungen auf die Pflanzen günstige Vorbedingungen für gewisse Krankheitserreger geschaffen werden.

Die Klärung solcher Begriffe würde in vielen Fällen den Einblick in die Zusammenhänge zwischen Pflanze und Krankheitserreger, zwischen den Krankheitserregern untereinander und zwischen Krankheitserregern und ihren Abhängigkeitsfaktoren erleichtern.

c) Besondere Schwierigkeiten.

Im wesentlichen geht schon aus den vorstehenden Ausführungen über die Methodik der Arbeit hervor, welche Hindernisse dabei überwunden werden mußten. Jedoch verdienen einige Tatsachen noch besonderer Erwähnung.

Die Berichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutz enthalten fast alle Meldungen in ursprünglicher Form, so wie sie nach Fassung und Anzahl von den Beobachtern mitgeteilt wurden. Mit der Erweiterung des Beobachternetzes und demgemäß zahlenmäßiger Häufung der Meldungen, mußte eine Zusammenfassung in den Jahresberichten erfolgen. Diese Zusammenfassung führte aber dazu, die Angabe und Aufzählung der Orte, aus denen die Meldungen stammten, in den Jahresberichten der Jahre 1905—1912 (Berichte über Landwirtschaft) fortzulassen. Bedauerlicherweise ist das Originalmaterial, die eingegangenen Meldungen, für die Jahre 1905—1914 nicht mehr vorhanden. Um 1905—1907 waren die meisten Hauptstellen für Pflanzenschutz aber bereits gegründet worden und hatten größtenteils seit ihrer Gründung für ihren Bezirk Jahresberichte angefertigt und zu einem beträchtlichen Teil auch im Druck erscheinen lassen. Durch eine Rundfrage bei den Hauptstellen für Pflanzenschutz wurde festgestellt, für welche Jahre Berichte vorhanden waren und diese, soweit sie im Druck erschienen waren, aber in der Bibliothek der Biologischen Reichsanstalt fehlten, angefordert. Soweit nur handschriftliche Ausführungen vorlagen, die nicht versandt werden konnten, wurde Verfasser durch Herrn Geheimrat Prof. Dr. Appel Gelegenheit zum Besuch dieser Hauptstellen zwecks Verarbeitung des dort vorhandenen Materials geboten. Die benötigten meteorologischen Daten, namentlich für frühere Jahre, mußten aus den nur auf dem Preussischen Meteorologischen Institut zugänglichen Berichten über Witterungsbeobachtungen ausgezogen werden. Da vielfach die Beobachtungen kleinerer Stationen für die ganze Reihe von Jahren fehlen, mußte für die einzelnen Kreise der Schadgebiete bei den Untersuchungen über Witterungsabhängigkeiten die dem betreffenden Kreise nächstgelegene größere Station des gleichen Klimabezirkes ausgewählt werden. Es darf noch bemerkt werden, daß für die Darstellung der Schadgebiete erst mehrere andere Wege beschritten wurden, die zu keinem brauchbaren Ergebnis führten.

II. Hauptteil.

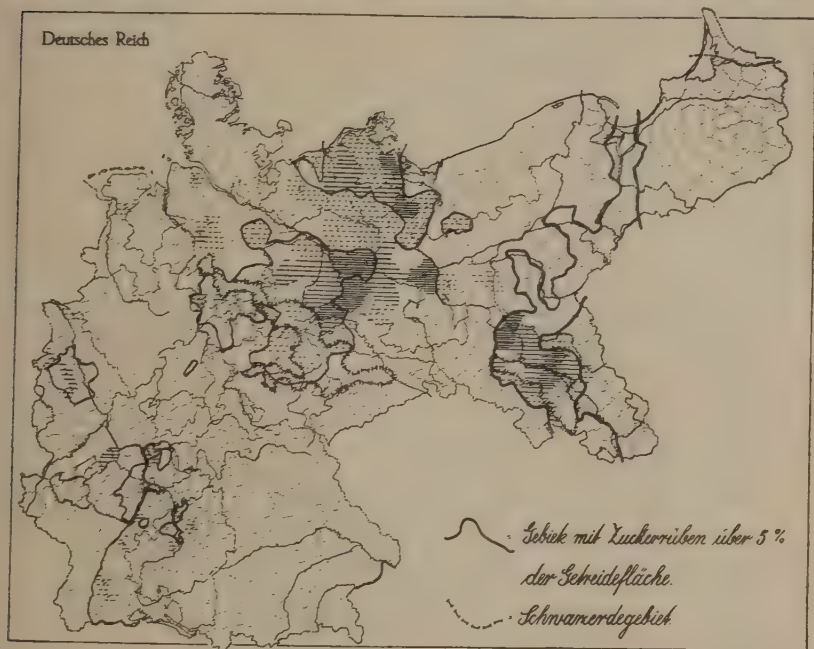
A. Fünf Schädlinge.

a) Die Rübenaskäfer (*Blitophaga* sp.).

1. Die aus Frankreich (Guénaux 186, S. 168/169), England (Whitehead 204a), Schweden (Tullgren 200, Kenner 194), Dänemark (172), Finnland (Hukkinen 191), Rußland (Cholodkowsky 183a S. 168), Österreich (Stift 71 - 73, Fallada 27, 28), Ungarn (Jablonowski 192), Italien (Berlese 175), Deutschland (Pflschutzberichte u. Lit.) vorliegenden Berichte lassen erkennen, daß die Rübenaskäfer in allen diesen Ländern verbreitet und als Schädlinge aufgetreten sind. Jedoch sind erst in den letzten Jahren, insbesondere für Deutschland, einwandfreie Aufschlüsse über die eigentlichen Schädiger der Rüben unter den 14 in Deutschland vorkommenden *Silphiden* (Kraatz 196), durch Friederichs (184, 85), Heymons und von Lengerken (188, 189) u. a. gegeben worden. Für Deutschland kommen danach nur die beiden Arten *Blitophaga opaca* L. und *Bl. undata* Müll. in Betracht, in beschränktem Maße noch *Silpha obscura* L. Von diesen wird von verschiedenen Autoren (Blunck und Janisch 181), dem ersten mehr das norddeutsche Befallsgebiet, dem zweiten das mitteldeutsche zugewiesen. Demgegenüber will Kleine (195) *Blitophaga undata* in Pommern bedeutend häufiger als *opaca* beobachtet haben. Diese Frage dürfte durch im Gange befindliche Untersuchungen über die Verbreitungsgebiete der Arten innerhalb Deutschlands geklärt werden. Möglicherweise kommt als Hauptverbreitungsgebiet für die südliche Art Ungarn, für die nördliche die durch *Chenopodiaceen*-Reichtum ausgezeichnete Strandflora (Blunck und Janisch 181, S. 441) in Betracht.

2. Die Karte I stellt das aus den Aufzeichnungen der Pflanzenschutzberichte von 1893—1927 ermittelte Schadgebiet der Rübenaskäfer in Deutschland dar. Die östliche Begrenzung des sich in einem breiten Streifen durch Deutschland erstreckenden Hauptschadgebietes bildet der Unterlauf der Oder und die Nordostgrenze der Provinz Schlesien, die westliche der Lauf der Weser. In diesem Gebiete kennzeichnen sich deutlich die drei Hauptrübenbaugebiete Deutschlands: Das schlesische, das vorpommersch-mecklenburgische und das sächsisch-braunschweigisch-anhaltische. Die eingezeichnete Linie umreißt die Gebiete mit Zuckerrüben über 5% der Getreidefläche (Engelbrecht, 126 Karte 27). Das Gebiet der stärksten Schäden (Schraffur 4) findet sich hauptsächlich in Schlesien und in Vorpommern, das durch eine breite Brücke starken Schadgebietes quer durch die Mark hindurch mit dem sächsischen Zuckerrübenbaugebiet verbunden ist. Es muß auffallen, daß in diesem letzten, größten Anbaugebiet fast nur die Ziffer 2 zu finden ist (schwächster Schaden), noch dazu in sehr mosaikartiger Verteilung auf einzelne Kreise. Während wir also in Schlesien und Vorpommern-Brandenburg zwei große Blöcke

geschlossenen Schadgebietes haben, lockert sich dieser Zusammenhang in Sachsen sehr wesentlich. Das steht im Einklang mit der Mitteilung von Weber (203, S. 219), daß in dem starken Befallsjahr 1925 aus der Provinz Sachsen sehr selten Meldungen über Aaskäferbefall eingingen. Es müssen danach für dieses Gebiet besondere Bedingungen vorliegen, auf die später eingegangen wird. Zwei kleine Schadgebiete schließen sich an das nieder-rheinische und an das pfälzisch-badisch-württembergische Zuckerrübenbau-gebiet an, wobei auch hier im letztgenannten ein mosaikartiges Bild zutage



Karte I. Schadgebiete des Rübenaskäfers.

tritt. Merkwürdigerweise ist das große zusammenhängende Zuckerrüben-
baugbiet von der Danziger Niederung aufwärts der Weichsel und quer
durch Posen an keiner Stelle Schadgebiet. Es liegen für dies Gebiet aus
dem ganzen Zeitraum auch nur sehr wenige Meldungen über vereinzelt
Auftreten vor. Das ist umso auffallender, weil es weder klimatisch —
es gehört zum großen subsarmatischen Klimabezirk (Werth 123, Karte)
— noch in der Waldbedeckung — es fällt in das norddeutsche Kiefern-
gebiet mit 14–21% Waldfläche (Werth 123, Kartenblatt VII) — sich
wesentlich vom angrenzenden Schadgebiet unterscheidet. Die Gründe da-
für aufzufinden, bleibt an Ort und Stelle anzustellenden Untersuchungen
vorbehalten.

Aus der Karte geht hervor, daß das Schadgebiet der Rübenaskäfer nicht von klimatischen Faktoren innerhalb Deutschlands abhängig ist, denn es erstreckt sich über verschiedene Klimabezirke (Werth 123, Karte), desgl. über das Naß- und Trockengebiet (Hellmann 118).

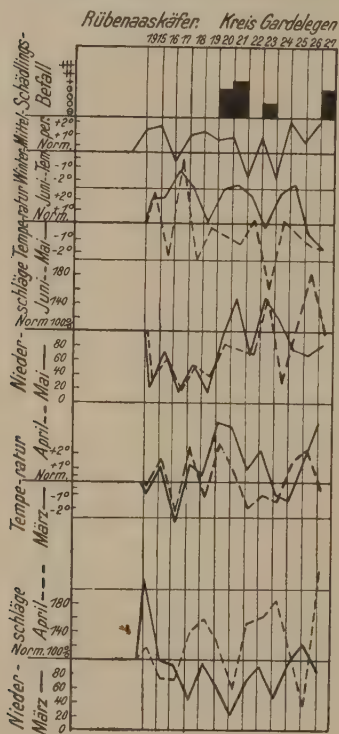
3. Ob in der Lage zwischen den Hauptstromsystemen Deutschlands ein Hinweis auf den Einfluß des Wassers liegt, sei es durch direkte Be-

teiligung an der Verbreitung, wie Weber (203, S. 225) annimmt, sei es durch in solchen Gegenden größere Luftfeuchtigkeit (Kleine 195), sei dahingestellt, zumal darüber örtliche genaue Einzeluntersuchungen fehlen.

Der Boden und das Vorhandensein von Überwinterungsmöglichkeiten spielen im Lebensablauf der Rübenaskäfer eine wichtige Rolle.

Blunck und Janisch (181), Weber (203) und Bremer (182) haben festgestellt, daß günstige Überwinterungsmöglichkeiten in Gestalt kleinerer (Nadel-) Waldgehölze für die Aaskäfer notwendig sind und das Festsetzen der Aaskäfer in einer Gegend fördern. Die Verteilung des Schadgebietes in Deutschland läßt eine Abhängigkeit von Überwinterungsmöglichkeiten jedoch nicht erkennen. Es ist die Annahme nicht begründet, daß in diesem mehr als in anderen Gebieten solche kleinen Gehölze vorkommen sollten.

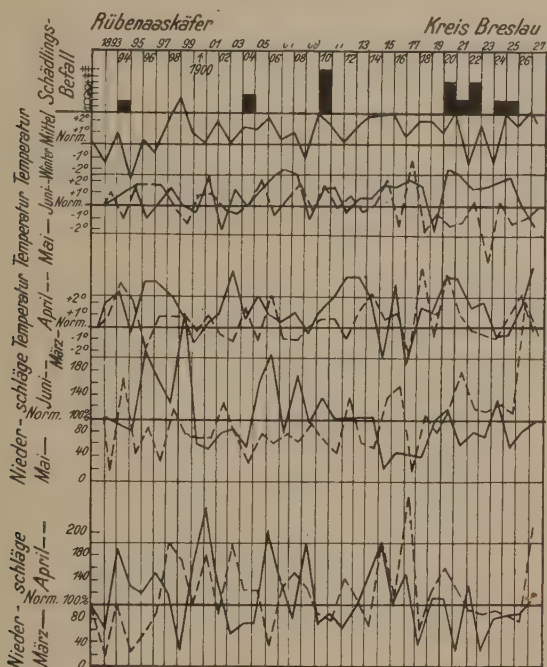
Über die von den Aaskäfern bevorzugten Bodenarten sagt unsere Karte nichts aus, da einerseits jeder einzelne Kreis, das dieser Arbeit



Kurve 1.

zugrunde gelegte Einheitsmaß für die kartographische Darstellung, die landwirtschaftlich verschiedenartigsten Böden umfaßt, andererseits sich die Verteilung auf die verschiedenen Bodenarten nur an Hand genauer Einzelkartenblätter und Beobachtungen für jeden Kreis verfolgen ließe. Die Berichte der einzelnen Hauptstellen für Pflanzenschutz, z. B. Baden 1912 (14), Mecklenburg 1904 (4), Provinz Sachsen 1925 (25), bestätigen aber die Ergebnisse der neueren Arbeiten (Blunck und Janisch 181, Blunck und Görnitz 178, und Weber 203), daß nämlich die Aaskäfer leichtere Böden bevorzugen, so daß demgemäß der Rübenbau auf diesen Bodenarten

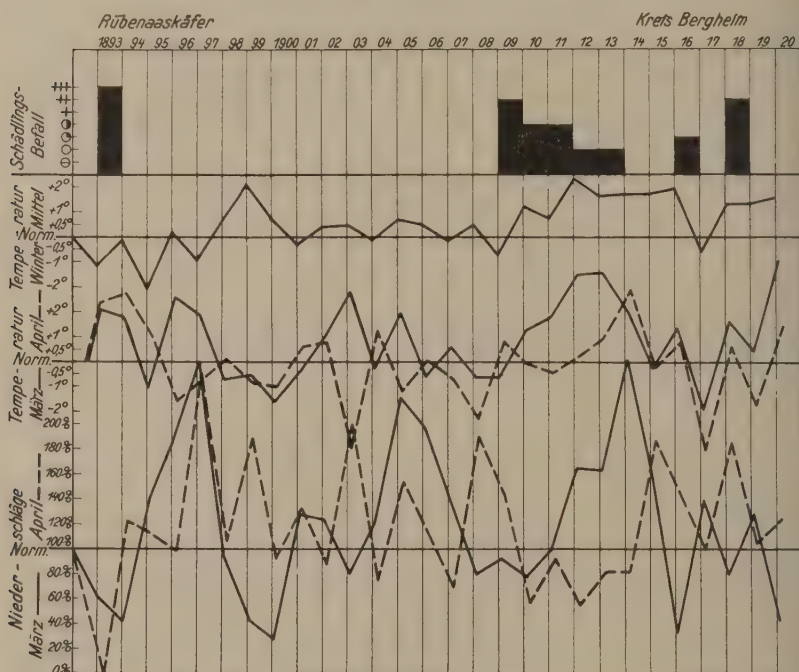
in erster Linie bedroht ist. Die breite Brücke des Schadgebietes durch die Mark ist dafür ein weiterer Beweis, wie auch die bedeutend schwächere Graduierung des Schadgebietes in dem sächsischen Zuckerrübenbauggebiet, das die schwersten Böden einschließt. Auch im schlesischen Schadgebiet nimmt der Grad des Befalles nach dem Schwarzerdegebiet hin ab (vgl. Werth 123, Kartenblatt VII, Waldkarte, und Umgrenzung der schweren (Schwarzerde-) Böden auf der Schadgebietskarte).



Kurve 2.

Weber (203, S. 226, 227) schließt aus dem Auftreten im Jahre 1925, daß wellenförmiges Gelände den Schädlingen besonders zusage, und daß sich das Befallsgebiet auf die Endmoränenlandschaften beschränke. Die wellenförmige Geländegestaltung mögen sich die Schädlinge als Windschutz zunutze machen, doch ist eine Beschränkung des Schadgebietes auf das Gebiet der Endmoränen mit ihren schützenden Hügelketten (Weber 203, S. 227) nicht vorhanden. Zwar liegt das vorpommersche Schadgebiet vorwiegend in einem an Endmoränen reichen Gelände, auch für Schlesien trifft das teilweise zu, aber schon in dem dritten Hauptschadgebiet nicht mehr. Und weiter: die ausgeprägten starken Endmoränenzüge des baltischen Höhenrückens sowie die im posenschen Rübengebiet weisen keinen Be-

fall auf (vgl. Wahnschaffe-Schucht 130, Karte). Denselben Einwand muß man in bezug auf das aus dem Gebiet der Weichsel in der Richtung des Warthe-Netze-Systems verlaufende, sich mit dem aus Schlesien kommenden vereinigende Urstromtal erheben, das von Weber (203, S. 227) in der Begründung des Schadgebietes durch den Verlauf der Urstromtäler vernachlässigt wurde. So scheint also den Endmoränenzügen und den Urstromtälern nur ein bedingter Einfluß zuzukommen.



Kurve 3.

Für die Stärke des Auftretens der Aaskäfer in den einzelnen Jahren ist bisher der Verlauf der Witterung in den Monaten Mai und Juni als maßgebend angesehen worden (siehe besonders Blunck und Janisch (181, S. 463). Es kommt auch beiden für die Massenentwicklung eine große Bedeutung zu. Mindestens ebenso stark aber spricht der Witterungsverlauf des März mit. Die Kurven verschiedenster Kreise des Schadgebietes (Kurve 1 Krs. Gardelegen, Kurve 2 Krs. Breslau, Kurve 3 Krs. Berghelm) zeigen, daß ein warmer, trockener März Befall zur Folge hat. Die Kurven geben den Befall und den Witterungsverlauf der Monate März, April, Mai und Juni in den einzelnen Jahren wieder, wobei der Verlauf der Märzkurve in Befallsjahren für Temperatur eine positive und für Nieder-

schläge eine negative Abweichung zeigt. Allerdings kann die Wirkung des März durch folgende-kühle und nasse Monate aufgehoben werden, wie z. B. Kurve 2, für die Jahre 1899 und 1903 zeigt. Die Kurven wurden konstruiert nach der Abweichung von der Normalen, für die Temperatur in Graden, für die Niederschlagsmenge in Prozenten ausgedrückt. Danach kann aus dem Witterungsverlauf des März auf stärkeres Schadaufreten in dem betreffenden Jahre geschlossen werden. Je gleichsinniger in bezug auf hohe Temperatur und geringe Niederschläge also März, April und weiter Mai und Juni in ihrer Witterung verlaufen, eine umso stärkere Massenentwicklung wird einsetzen. Eine Erklärung für die Bedeutung des Monats März dürfte darin zu suchen sein, daß durch derartige Witterung die Käfer zu frühem Verlassen der Winterquartiere und demgemäß zu baldiger Vermehrung angeregt werden.

Daß dem Verlauf der Witterung des Winters kein Einfluß zukommt, ist aus den Kurven 1—3 ebenfalls ersichtlich.

Zusammenfassend kann über das Schadgebiet der Rübenaskäfer gesagt werden:

1. Es ist nur eine Anlehnung an die drei größten Rübenbauggebiete Deutschlands und an die westlich davon liegenden kleineren zu erkennen, dagegen keine Abhängigkeit von klimatischen Bezirken.

2. Bodenarten, Geländegestaltung und Überwinterungsmöglichkeiten sind von Einfluß auf das dauernde Schadaufreten, ohne daß die aus dem Auftreten in dem einzelnen Befallsjahr 1925 gezogenen Schlüsse Webers gänzlich zuträfen.

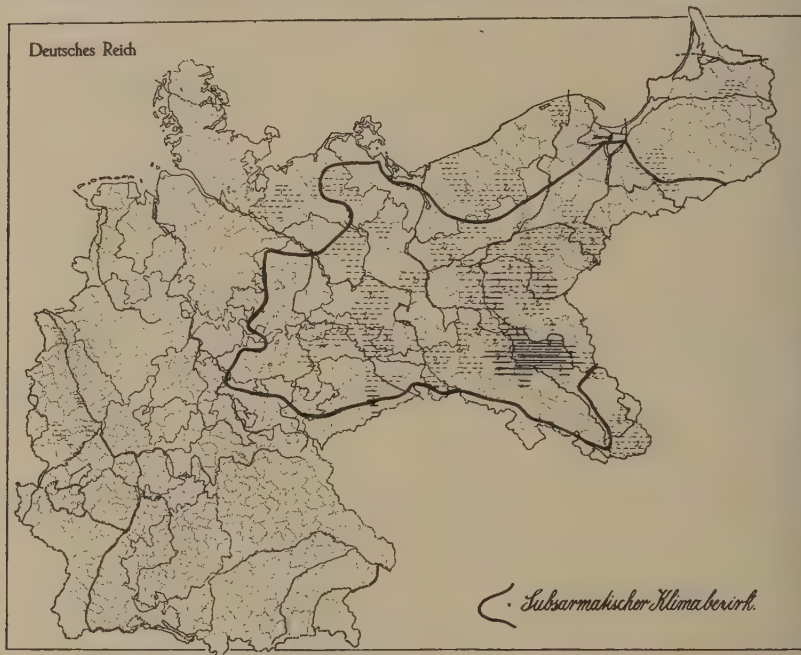
3. Der Witterungsverlauf des Monats März spielt eine wesentliche Rolle und läßt bis zu einem gewissen Grade auf ein Schadaufreten in den folgenden Monaten schließen.

b) Die Zwergzikade (*Jassus sexnotatus* Fall.).

1. Die Zwergzikade trat nach Jungner (206, S. 1) zum ersten Male 1863 in Deutschland als Getreideschädling in Schlesien auf. Sie hat seit dieser Zeit oftmals Massenvermehrungen gezeigt und dem Getreidebau außerordentlich starke Schäden zugefügt. Ihr geographisches Verbreitungsgebiet erstreckt sich nach Melichar (208, S. 309) über ganz Europa. Aus den Aufzeichnungen über das Auftreten der Zwergzikade in den Jahresberichten des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (siehe z. B. Jb. des S.-A. für Pflanzenschutz (1) 1900, 1901, 1902, 1903 in Arbeiten der D. L.-G. Heft 60, 71, 82, 94 und (25) Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1922 S. 70, im Jahre 1923 S. 208, im Jahre 1924 S. 304 Heft 30 Mitt. B. R.-A., im Jahre 1925 S. 82, Heft 32 Mitt. B. R.-A.) geht hervor, daß die Zwergzikade in ganz Deutschland verbreitet ist.

2. Trotzdem beschränkt sich ihr Schadgebiet, das die Karte II wiedergibt, auf ganz bestimmte Teile des Reiches, und zwar auf Schlesien, Posen,

Brandenburg, mit kleineren Ausläufern in die Provinz Sachsen, nach Mecklenburg, Pommern und Ostpreußen. Ein Vergleich mit der Hellmannschen Regenkarte (118) und mit der Karte der Klimabezirke Deutschlands (Werth 123) zeigt deutlich, daß das Schadgebiet der Zwergzikade sich mit dem großen östlichen Trockengebiet in Deutschland deckt. Zur Veranschaulichung dessen ist in die Karte die Grenzlinie des subsarmatischen Klimabezirkes nach Werth (l. c.) eingezeichnet, die zugleich die Gegenden mit weniger als 60 cm jährlicher mittlerer Niederschläge einschließt und



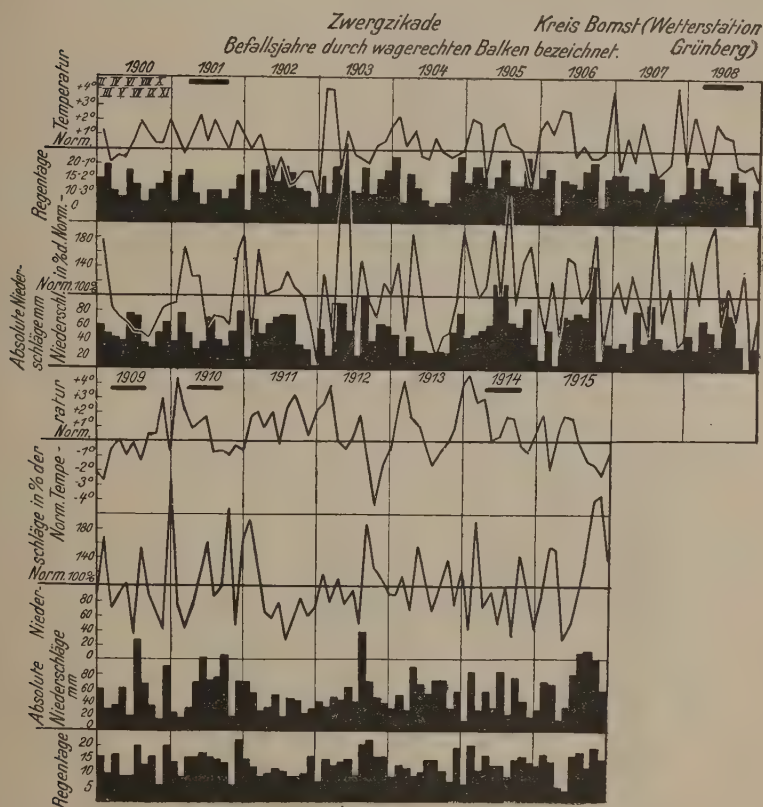
Karte II. Schadgebiet der Zwergzikade.

sich ungefähr mit der $17,5^{\circ}$ Juli-Isotherme deckt und das Hauptverbreitungsgebiet der pontischen Pflanzen in Deutschland umfaßt. Damit wird die schon von Jungner (206, S. 32) ausgesprochene Vermutung, daß die Zwergzikade ein trockenes Klima bevorzuge und daß das ursprüngliche Verbreitungszentrum im Kontinentalklima des Südosten liege, bestätigt.

Das trocken-warme Klima ist also für das Schadgebiet der Zwergzikade maßgebend.

3. Erhärtet wird diese Tatsache durch folgende Überlegungen. Die Zwergzikade ist sehr polyphag, denn sie befällt sowohl alle Getreidearten als auch Hülsenfrüchte und Hackfrüchte (Jungner 207, S. 214; 206,

Zucht- und Fütterungsversuche; Meldungen der Jahresberichte). Als einziger äußert Rörig (210) 1901, daß Kartoffeln, Rüben, Wicken, Klee nicht angegriffen würden, was aber wohl durch die vorher zitierten Meldungen und Versuchsfeststellungen als widerlegt betrachtet werden kann. Daher

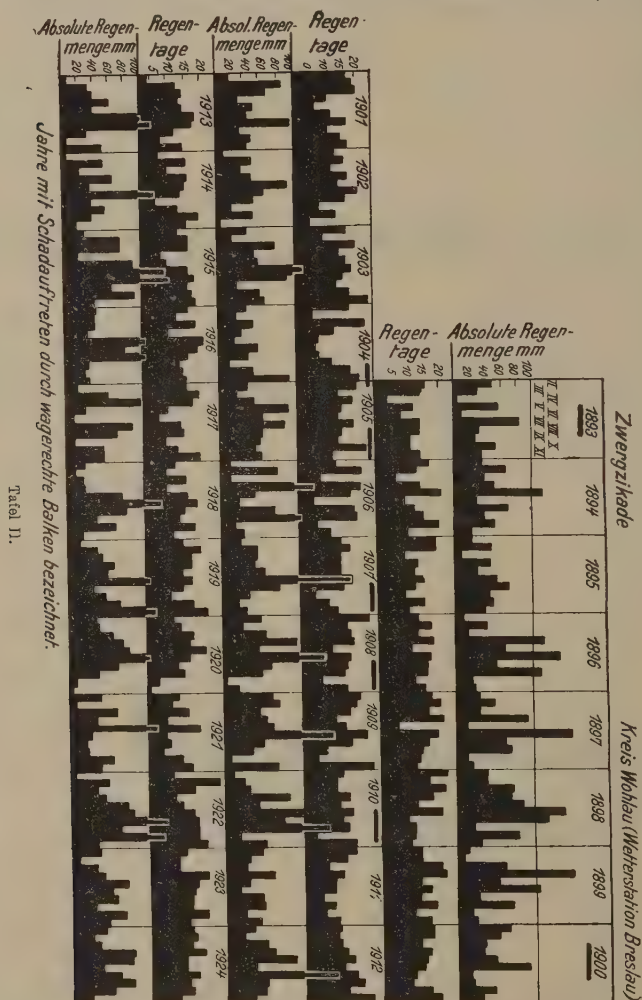


Tafel I.

weist ihr Schadgebiet keine Zusammenhänge mit Anbauarealen bestimmter Pflanzen auf.

Nach den Feststellungen Jungners (206) und anderer (siehe besonders Tullgren 211) folgen im Jahre drei bis vier Generationen der Zwergzikade aufeinander. Daher ist zu jeder Jahreszeit bei Eintritt günstiger Vermehrungsbedingungen ein Massenaufreten und somit ein Übergreifen von den gewöhnlichen Aufenthaltsorten in Wiesen, Rainen, Schonungen auf Kulturpflanzen möglich. Als günstige Vermehrungsbedingungen sind mehr oder weniger lange Perioden warmer und trockener

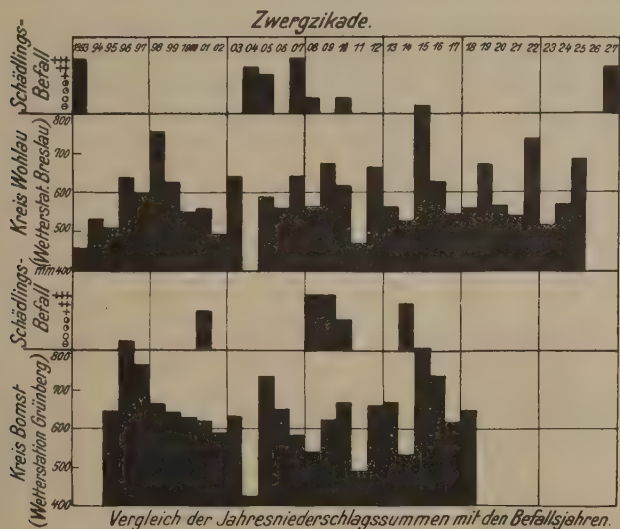
Witterung anzusprechen. Diese Tatsache wird von Jungner (206), ebenso von Tullgren (211) festgestellt. Auch zeigen die beigegebenen Kurven bezw. Blockschemata, daß Jahre mit Zikadenschäden einen oder mehrere



Monate mit im Verhältnis weniger Niederschlägen enthalten. (Vgl. dazu Tafel I, Jahre 1901, 1908, 1914, Tafel II, 1893, 1900, 1910.) Tafel I stellt für den Kreis Bomst für die Jahre 1900—1915 den Witterungsverlauf der Monate Februar bis November dar, wobei die Kurven die Temperatur und Niederschläge nach der Abweichung von der Normalen,

die Blockschemata die absoluten Niederschlagsmengen in mm und die Zahl der Regentage in den einzelnen Monaten wiedergeben. Tafel II zeigt Regentage und absolute Niederschlagsmengen in den Jahren 1893—1924 im Kreise Wohlau. Leider läßt sich mit dem vorliegenden Berichtsmaterial, dem zum größten Teil genaue Angaben über den Zeitpunkt des Auftretens fehlen, eine Nachprüfung der für die Massenvermehrung ausschlaggebenden Trockenperiode in den einzelnen Jahren nicht durchführen (s. auch S. 613).

Da aber Perioden mit geringen Niederschlägen zu den verschiedensten Jahreszeiten vorkommen (vgl. Tafel II), die Tiere weiter zu allen Jahres-



Tafel III.

zeiten zusagende Nahrung vorfinden, so können jedenfalls nicht bestimmte Monate, wie etwa beim Rübenaskäfer der März, in ihrem Witterungsverlauf ausschlaggebend sein. Künftige Untersuchungen müssen die Temperatur- und Feuchtigkeitsgrenzen für das Insekt genau festlegen.

Ein gewisser Grad von Feuchtigkeit ist namentlich für die Entwicklung der Jugendstadien nötig. Beide obengenannten Forscher haben gefunden, daß die Eiablage und somit auch der Hauptschaden durch die nur springend sich bewegenden Larven und Nymphen sehr oft in etwas feuchten Ackersenken erfolgt. Ebenfalls traten im Mai Schäden besonders an Stellen auf, die durch im April erfolgte Niederschläge von 140 bis 170 % der normalen Menge mit Feuchtigkeit reichlich gesättigt waren (Tullgren 211, S. 33).

Dauernde Nässe können jedoch die Tiere garnicht vertragen, sondern gehen dann schnell zugrunde. Infolgedessen bevorzugt die Zwergzikade entschieden die leichteren Bodenarten, da diese das Wasser schneller absickern lassen (Jungner 206, S. 23; Berichte) und so zu jeder Jahreszeit zusagende Lebensbedingungen bieten.

Die Abhängigkeit der Zwergzikade von der Trockenheit wird weiter durch die Tafel III bestätigt. Stellt man die absoluten Jahresniederschlagssummen (auf Tafel III für die oben genannten Kreise) in Vergleich mit den Befallsjahren, so zeigt sich deutlich, daß die Perioden des Schadauftretens sich mit denen relativ geringerer Niederschläge decken.

Ist somit der Beweis für die Abhängigkeit der Zwergzikade vom trockenen Klima erbracht, so kann für die Voraussage des Befalles ein von Jungner (206) aufgezeigter Weg benutzt werden. Jungner hat in seinem Schema der feucht-kalten und trocken-warmen Klimaperioden (S. 34), die sich nach Brückner in langjährigem Rhythmus abwechseln, angedeutet, daß Zikadenepidemien in und nach dem Höhepunkt der trocken-warmen Periode erfolgten. Seine Voraussage über etwa 1905—1910 zu erwartende Zikadenschäden und das Eintreten einer feucht-kalten Periode etwa um 1920 wird durch die Tabelle I mit den Auftretensjahren in den einzelnen Ländern und Provinzen Deutschlands bestätigt.

Tabelle I.

Auftretensjahre der Zwergzikade in den Ländern und Provinzen.

Land oder Provinz	Jahre																																		
	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	
Ostpreußen . .	+								+	+					+	+	+			+	+														
Vestpreußen . .									+	+					+	+	+		+	+	+									+	+				
Pommern . .									+	+	+		+			+	+																		
Posen	+								+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+													
Mecklenburg- Schwerin . .									+								+		+	+	+	+													
Brandenburg . .	+		+	+	+	+		+	+	+					+	+	+	+		+	+	+													
Schlesien . .	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+																	
Rheinprovinz . .																		+	+	+	+	+	+	+	+	+									
Provinz																																			+
Sachsen	+			+	+			+	+		+					+	+	+	+																
Preuss. Reichs- land																																			
Sachsen	+	+						+	+	+			+			+	+														+		+	+	

Aus allen diesen Darlegungen geht die unmittelbare Einwirkung der Klima- und Witterungsfaktoren auf die Lebenstätigkeit des Insekts hervor. So ist nicht anzunehmen, daß Kulturmaßnahmen wie Sortenwahl, Düngung, Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Saatzeit einen Einfluß haben. Zu diesem Schluß kommen auch Jungner und Tullgren auf Grund ihrer Untersuchungen.

Zusammenfassung.

1. Die Zwergzikade kommt überall in Deutschland vor.
2. Ihr Schadgebiet liegt im großen östlichen Trockengebiet Deutschlands (subsarmatischer Klimabezirk).
3. Das dauernde Schadaufreten ist einzig und allein von trockenwarmem Klima in seiner unmittelbaren Einwirkung auf das Insekt abhängig. Trockenperioden in einzelnen Jahren wirken stark begünstigend auf die Vermehrung. Das ist besonders der Fall in den großen Perioden trockenwarmer Jahre, die mit solchen feuchtkalter Jahre in langjährigem Rhythmus abwechseln.

Sortenfrage, Düngung und Vorfrucht spielen keine Rolle.

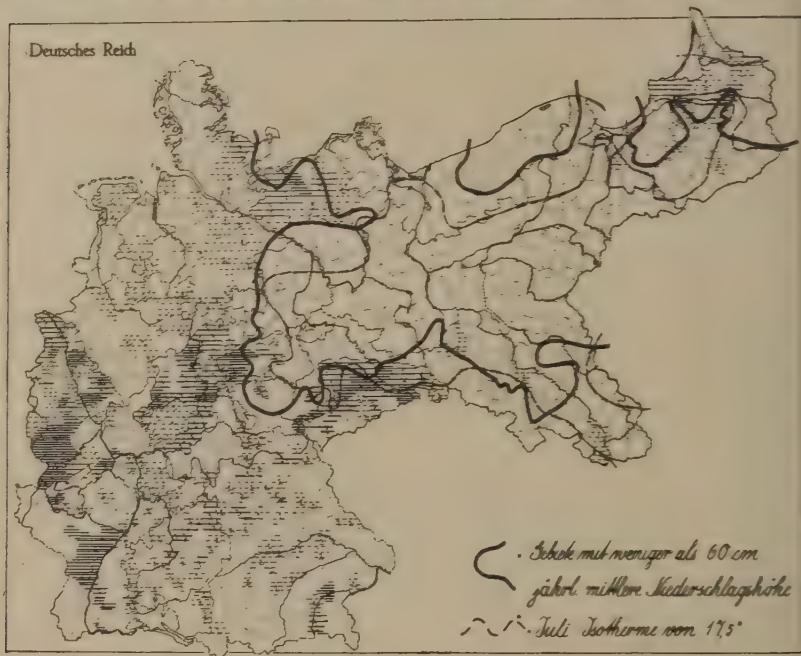
c) Die Ackerschnecke (*Agriolimax agrestis* L.).

1. Das Gegenstück zur Zwergzikade ist die als Schädling seit langem bekannte Ackerschnecke. Über ihre Verbreitung sagt Sorauer (147, S. 61), daß sie auf der ganzen Erde, soweit sie Pflanzen trägt, vorkomme. Ganz Deutschland liegt also innerhalb des Verbreitungsgebietes.

2. Die Karte III bringt die Darstellung des Schadgebietes. Ganz eindeutig ist zu erkennen, daß das Schadgebiet der Schnecke sich mit dem Naßgebiet von Deutschland deckt. Als Naßgebiet ist das Gebiet mit 60 und mehr cm jährlicher mittlerer Niederschlagshöhe zu betrachten, das durch die eingezeichnete Linie von Gegenden mit geringerer jährlicher mittlerer Niederschlagshöhe getrennt wird (nach Hellmann 118). Die eingetragene Juliisotherme von $17,5^{\circ}$ in Norddeutschland, (nach Werth 123, Kartenblatt I), etwa die Umgrenzung des subsarmatischen (Trocken-)Klimabezirkes in Deutschland, zeigt, daß das Schadgebiet sich auf die Gebiete mit geringerer Julitemperatur beschränkt. Aus diesem Befunde läßt sich folgern, daß die absolute Niederschlagsmenge in ihrer Verteilung innerhalb Deutschlands für das dauernde Schadaufreten der Ackerschnecke maßgebend ist.

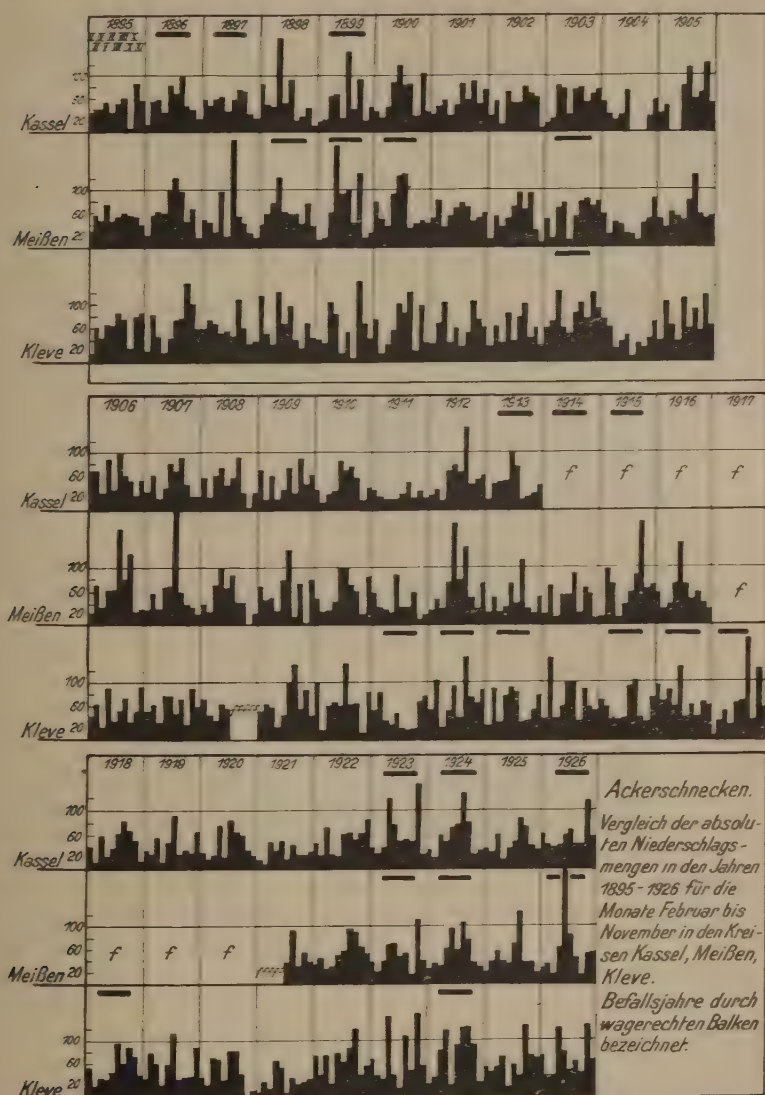
3. Trotzdem liegen aus allen Teilen Deutschlands Meldungen über Schneckenschäden vor (siehe Berichte). Darin ist der Einfluß des Witterungsverlaufes des einzelnen Jahres zu erkennen. Bei einem so außerordentlich fruchtbaren Tier, wie es die Ackerschnecke ist [Theobald (228, 229), Schirach (226), Rörig (225), Geyer (217) u. a.], genügt eine verhältnismäßig kurze Zeit mit für sie günstigen Bedingungen, um eine sehr starke Vermehrung auszulösen. Die günstigen Bedingungen bestehen in einer ein- bis zweimonatigen Regenperiode. Die Tafel IV mit dem Vergleich der absoluten Niederschlagsmengen der Monate Februar bis November in den Jahren 1895—1926 in den Kreisen Kassel, Meißen (Freistaat Sachsen) und Kleve zeigt, daß in den durch einen Balken gekennzeichneten Befallsjahren fast immer ein oder mehrere Monate sich durch relativ hohe Niederschlagsmengen auszeichnen. Die gesamte Literatur bestätigt diesen

Einfluß des Witterungsverlaufes. Aus der Fülle der hierüber vorliegenden Nachrichten soll wörtlich nur eine der ältesten von Schirach (226. Naturgeschichte der Schnecken von 1772) angeführt werden. Der Autor sagt in dem Kapitel über die Vermehrung der Schnecken S. 38: „Wir dürfen uns bei dergleichen Begebenheiten gar keine außerordentlichen Ursachen ersinnen, sondern dürfen nur bey denen ordentlichen stehen bleiben. Unser Erdreich ist von jeher immer mit den gleichen Tieren angefüllt. Ihre Propagation wird aber manch Jahr mehr oder weniger von der Witterung



Karte III. Schadgebiet der Ackerschnecke.

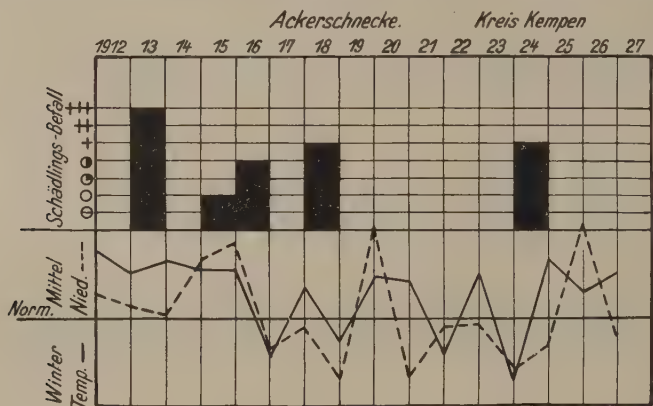
befördert. Wir haben schon viele Jahre her äußerst nasse Witterung gehabt und diese begünstigt ihre Vermehrung.“ Weiter sei hingewiesen auf Karte I, S. 31 des Jahresberichts über Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1925 (25) (Heft 32 Mitt. B. R. A.), nach der die aus Schlesien eingelaufenen Meldungen über starkes Auftreten von Ackerschnecken in einem Gebiet liegen, das 125 und mehr Prozent der normalen Regenmenge im Sommer erhalten hatte. Auch ein Vergleich der Karten II und III S. 81 u. 83 des Jahresberichtes für das Jahr 1927 (35) (Mitt. B. R. A., Heft 37) mit Karte X (S. 117) mit den Linien der Prozente der normalen Regenmengen im Juli 1927 zeigt die Anhäufung der Schäden in Gebieten mit übernormalen Regenmengen.



Tafel IV.

Dazu kommt, daß die Schnecken an keine bestimmten Nährpflanzen gebunden sind (vgl. die Meldungen der Pflanzenschutzberichte und Theobald (228. 229), Reh (223), Geyer (217) und so zu jeder Jahreszeit zusagende Nahrung in Gärten, auf Wiesen, Weiden und Feldern finden.

Zu erörtern ist nur noch, ob die Ackerschnecken bestimmte Bodenarten bevorzugen. Schirach (226) sagt auf S. 28 über die Schlupfwinkel der Schnecken (in den Boden gebohrte Löcher): „Der ganze Gang ist ringsherum eine schwarze fette Erde, welcher von ihrem Kleister diese Güte bekommen. Im sandigen Boden ist also für sie kein Aufenthalt, weil er leicht zusammen rollen und ihre Gänge verschütten würde. Daher klagen die sandigten Gegenden über die Schnecken niemals.“ Entsprechend ihrer Körperkonstitution suchen sich die Schnecken als Aufenthaltsort immer möglichst feuchte, tiefliegende Flächen aus. Sie werden auf leichteren Böden nur dann schädlich, wenn die Witterung ihrer Ver-



Kurve 4.

mehrung starken Vorschub leistet und zugleich diese Böden in einen ihnen zusagenden Feuchtigkeitsgrad versetzt.

Daß die Winterwitterung keinen Einfluß haben dürfte, erweist die Kurve 4 mit dem Mittel der Wintertemperaturen und Niederschläge in der Abweichung von der Normalen.

Die Abhängigkeit der Schnecken von den Niederschlagsmengen zeigt Tafel V, auf der die Jahressummen der Niederschlagsmengen der drei Kreise Kassel, Meissen, Kleve in Vergleich zu den Befallsjahren gesetzt sind. Diese fallen immer mit Perioden größerer Jahresniederschlagsmengen zusammen.

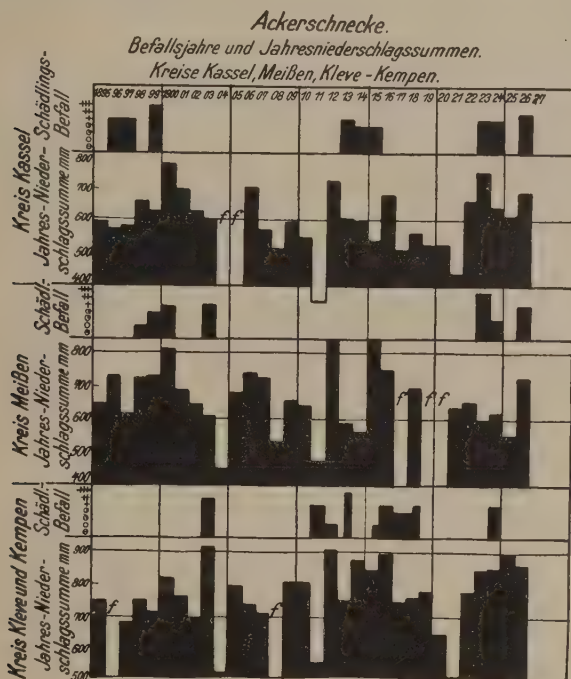
Zusammenfassung.

Für die Ackerschnecken gilt folgendes:

1. Ganz Deutschland gehört zum Verbreitungsgebiet der Ackerschnecke.
2. Das Schadgebiet ist eindeutig abhängig von der Niederschlagsmenge und liegt in dem großen zusammenhängenden Gebiet Deutschlands,

das nach Hellmann (118) 60 und mehr cm jährlicher mittlerer Niederschlagshöhe aufweist.

3. Für das Schadaufreten ist der Witterungsverlauf des Einzeljahres bezüglich der Niederschlagsmenge maßgebend.
4. Leichte Böden werden wegen ungünstiger Feuchtigkeits- und Strukturverhältnisse gemieden.



Tafel V.

d) Die Weizenhalmfliege (*Chlorops pumilionis* Bjerk.).

1. *Chlorops pumilionis* Bjerk., die Weizenhalmfliege, wird in älteren und neueren Berichten immer als einer der gefährlichsten Weizenschädlinge genannt. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich nach Schiner (252, S. 210) und Sorauer (147, S. 15) fast über ganz Europa; besonders häufige Abhandlungen sind in der deutschen, österreichischen, schwedischen und schweizerischen Literatur zu finden. Wenngleich an dieser Stelle die eigentliche Biologie nicht im Vordergrund des Interesses steht, müssen doch einige allgemeine Angaben vorausgeschickt werden. Wahlgrens 1918 ausgesprochene Ansicht (257) der Identität von *Chlorops taeniopus* Meig. und *Chl. pumilionis* Bjerk. bestätigt Th. Becker (234 D. E. Z. 1919,

24/56) 1919, indem er *Chl. pumilionis* Bjerk., *lineata* Fabr. u. *taeniopus* Meig. als eine Art mit dem ersten als gültigen Namen hinstellt. Im Handbuch von Sorauer (147, 4 Aufl. 1928, 5. Bd. S. 15) ist der letzten Art nur Skandinavien, der ersten Mittel- und Nordeuropa, Sizilien, Sibirien, Ohio als Verbreitungsgebiet zugeschrieben worden. Weiter muß auf Grund der Berichte (Agrik.-Bot.-Anstalt Breslau 1905 (13), Jahresbericht für 1922, Heft 30 Mitt. B. R. A. (25), und 255) die Ansicht Stehlis (254, Feinde der Land- und Forstwirtschaft, Heft 4), der Hafer sei immun gegen den Befall der *Chlorops*, richtiggestellt werden. Der Hafer wird zwar seltener als andere Getreidearten befallen, aber schon im Bericht der Agrik.-Bot. Station Breslau von 1906 (S. 9) wird von einer Mehrung der Fälle gesprochen, in denen von Befall des Hafers berichtet wird. In England wird der Hauptschaden an Sommergerste (Frew 240), die auch bei uns nicht verschont bleibt (z. B. Kotthoff 245), in Deutschland an Weizen verursacht.

Wichtig erscheint die einzig von Kopp (243) bei seinen Untersuchungen gemachte Feststellung einer Zwischengeneration. Dieser gibt nach dem Judeich-Nitzsche Zeitschlüssel folgende Verteilung an: Siehe Tabelle 2, in der — Larve, 0 Scheinpuppe, + Imago bedeutet.

Tabelle 2.

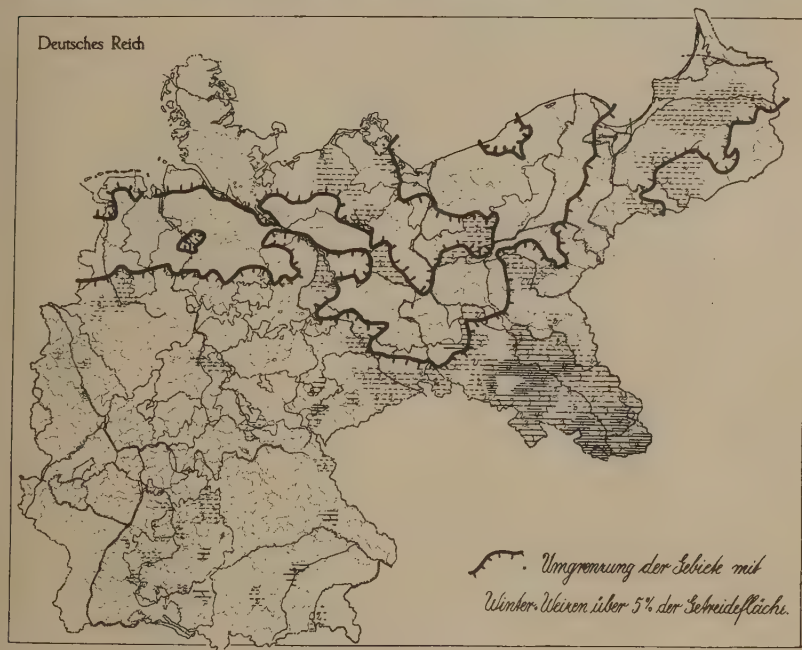
Zeitschlüssel von *Chlorops taeniopus* nach System Judeich-Nitzsche.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1. Jahr					+			+				
2. Jahr	---	---	---	0	0		00+	---	00+	+	---	---

Vielleicht hängt damit die Beobachtung von Blunck (236) in Schleswig-Holstein zusammen, daß 1925 die letzten Fliegen schon am 29. August, einen Monat früher als sonst in der Literatur angegeben, gefangen wurden. Übrigens spricht auch Nowicki (249) schon 1871 die Vermutung vom Vorhandensein einer Zwischengeneration aus. Reide Autoren, Nowicki und Kopp, machten ihre Beobachtungen außerhalb Deutschlands, so daß über die Gültigkeit für Deutschland erst Untersuchungen Aufklärung bringen können. Seit 1851 erschien die Weizenhalmfliege nach langer Pause erstmalig wieder in Deutschland im Jahre 1863 in Schlesien.

2. Die Karte des Schadgebietes (Karte IV) zeigt, daß sie dieser Provinz ganz besonders treu geblieben ist. Ganz Schlesien ist das stärkste befallene, zusammenhängende Schadgebiet, mit dem sich das graduell wesentlich schwächere in Ostpreußen gar nicht messen kann. In Schlesien sind daher auch die umfangreichsten Untersuchungen über *Chlorops* angestellt worden, wie die Berichte der Agrik.-Bot.-Versuchsanstalt in Breslau

beweisen. Frank (239 S. 117) gibt 1898 an: „*Chlorops* ist in ganz Deutschland verbreitet, ganz besonders häufig und schädlich ist sie in Schlesien.“ Die Klimaunterschiede in den Bezirken Deutschlands (Werth 123), sowie die Niederschlagsverteilung (Hellmann 118) spielen offensichtlich keine ausschlaggebende Rolle, wenn auch eine gewisse Häufung im Trockengebiet erkennbar wird. Es trifft somit die von Blunck (236 S. 28) geäußerte Ansicht, daß „insbesondere in Gegenden mit kühler feuchter Witterung mit verstärktem *Chlorops*befall zu rechnen“ sei, nicht



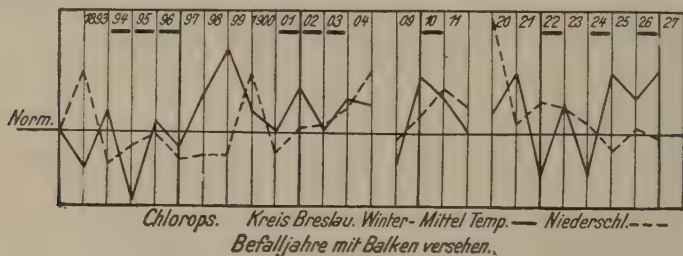
Karte IV. Schadgebiet der Weizenhalmfliege.

zu. Vielmehr ist aus den eingezeichneten Linien der Hauptgebiete für Winter- und Sommerweizen (nach Engelbrecht 126, Karte 3 u. 4) zu erkennen, daß das Schadgebiet der Weizenhalmfliege sich eng an das Areal ihrer Hauptwirtspflanze in Deutschland anlehnt. Weitere maßgebende Gründe für die Verteilung des Schadgebietes in Deutschland lassen sich aus der Karte nicht ersehen. Diese aufzufinden soll im nächsten Abschnitt versucht werden.

3. Die Biologie der *Chlorops pumilionis* ist soweit geklärt, daß wir wissen, wie sie überwintert. Es ist für *Chlorops pumilionis* noch nirgends in der Literatur die für andere *Chloropiden* bestehende Möglichkeit der Überwinterung als *Imago* (Zürcher 259) festgestellt worden. *Chlorops*

pumilionis verbringt den Winter als Larve im Innern der Wirtspflanze. So kommt für sie eine direkte Abhängigkeit vom Boden nicht in Frage. (Siehe auch Kleine 242). Nur indirekte Beziehungen lassen sich feststellen. Wenn verschiedentlich, z. B. im Jahresbericht 1901 des Sonderausschusses für Pflanzenschutz (1, S. 60) aus der Rheinprovinz vom Auftreten „besonders auf leichten Böden“ berichtet wird, an anderer Stelle (Jahresbericht f. 1903 S. 43) vom Befall „besonders feuchter Stellen im Acker oder toniger feuchter Böden“, so ist darin eine Einwirkung des ungünstigen Standortes auf die Pflanzen zu erblicken. Auf die gleiche Ursache weisen die Feststellungen von Kopp (244) und des Jahresberichts 1903 (S. 43 betr. Nerdien i. Pomm.) hin, nach denen auf besonders armen oder durch eine stark zehrende Vorfrucht (Rotklee, Möhren, Kleebrache) verarmten Böden stärkerer Befall eintritt.

Der Einfluß der Witterung auf das Insekt wird verschieden beurteilt. Soll nach viel vertretener Ansicht ein strenger Winter den Insekten über-

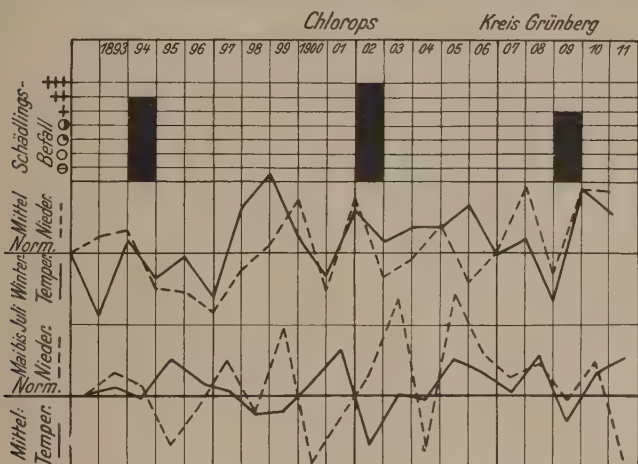


Kurve 5.

haupt förderlich sein, so glaubt Frew (240), einen hemmenden Einfluß auf die Entwicklung von *Chlorops* erkennen zu können. Kurve 5, Temperatur und Niederschläge im Mittel der Wintermonate, konstruiert nach der Abweichung von der Normalen für den Kreis Breslau, läßt keine Entscheidung über den bestimmenden Einfluß des Winterverlaufes auf das Auftreten zu. Die sehr kalten Winter 1894/95, 1921/22, 1923/24 hatten ebenso gut Befall oder Auftreten zur Folge wie die milden der Jahre 1893/94, 1901/02, 1909/10, 1925/26. Bei der Nachprüfung anderer Kreise des Schadgebietes zeigte sich das gleiche Bild (s. Kurve 6). Auch aus den Kurven der einzelnen Wintermonate ging nichts anderes hervor, so daß der Witterung des Winters kein bestimmender Einfluß für das Auftreten von *Chlorops* beizumessen sein dürfte.

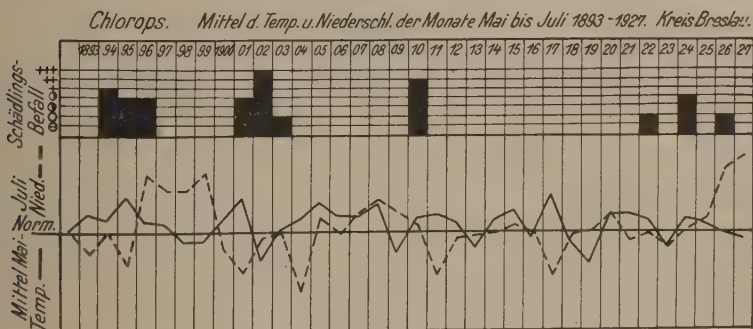
Daß eine kalte regnerische Mai- und Juniwitterung eine gewisse Hemmung der Legetätigkeit mit sich bringt (Frew 240, Nowicki 249 S. 9), dürfte zutreffen, desgl. daß trockene Witterung die Flugzeit begünstigt. Dagegen ergab die Nachprüfung an Hand von Kurven (Kurve 6 u. 7 für Kreis Grünberg und Breslau, deren Konstruktion a) nach der

Abweichung von der Normalen und b) nach den absoluten Temperaturen und Niederschlagsmengen gleiches Ergebnis hatte) keine Bestätigung der Abhängigkeit der Weizenhalbmfliege von trockener und warmer Witterung



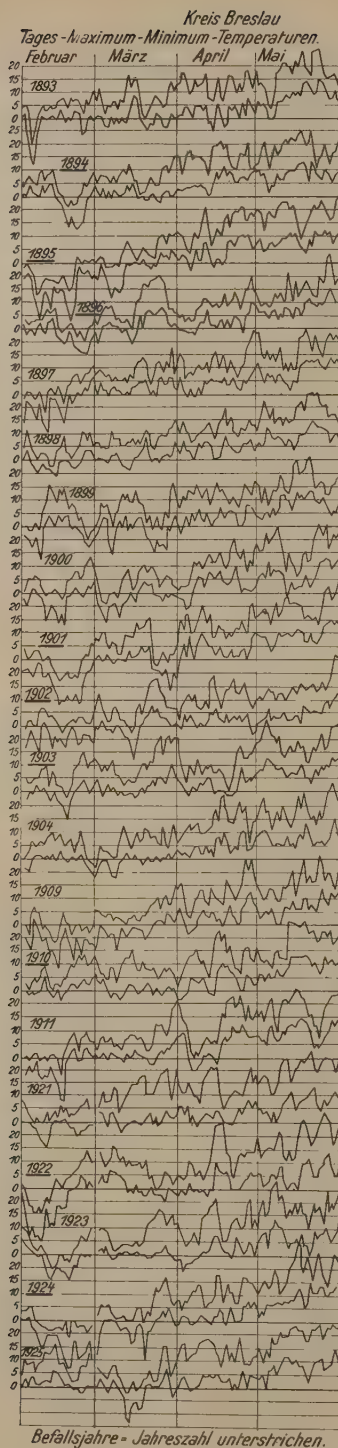
Kurve 6.

im Mittel der drei Monate Mai bis Juli, wie sie Kleine (242) für den Befall in den Jahren 1917 und 1925 in Stettin nachgewiesen hat. In den Befallsjahren 1894, 1902, 1909 (Kurve 6) verhält es sich fast umgekehrt, d. h. Temperatur unternormal, Niederschläge übernormal. In den Jahren 1895, 1900, 1901, für die Kleines Kurvenbild hohen Temperatur-



Kurve 7.

mittels und niedrigen Niederschlagsmittels zutrifft, ist kein Befall. Dasselbe Ergebnis hat ein Vergleich mit Kurve 7, auf der allerdings für das Befallsjahr 1895 und 1901 ein der Annahme Kleines entsprechendes Bild



Schnauer:

herauskommt, für die übrigen Jahre jedoch nicht. Auffallend ist, daß im Schlesiischen Bericht über 1917 (Bericht Agrik.-Bot. Station Breslau 1917 S. 9) das äußerst geringe Vorkommen der *Chlorops* hervorgehoben wird, trotzdem in diesem Jahre das Temperaturmittel besonders hoch und das Niederschlagsmittel besonders niedrig liegt.

Nach diesen Ausführungen scheint es fast, als sei die Weizenhalmfliege nicht direkt von der Witterung abhängig. Es wurde daher versucht, die Frage zu klären, ob durch die Einwirkungen der Witterung auf die Pflanzen dem Insekt für sein Auftreten günstige Bedingungen geschaffen werden.

Der schlesische Bericht von 1912/13 (S. 13) gibt Kenntnis von dem Ergebnis einer Rundfrage über die Ursache des Auftretens der *Chlorops*. Es wird dort die Behauptung aufgestellt, daß das Auftreten nur in solchen Jahren erfolge, in denen eine Wachstumsstörung kurz vor dem Schossen des Weizens eingetreten sei. In der folgenden Übersicht sind die Ausführungen der Jahresberichte der Agrik.-Bot. Station Breslau kurz zusammengestellt: (Siehe S. 593).

Aus dieser Übersicht geht nicht eindeutig hervor, daß das Voraufgehen einer Wachstumsstörung unbedingt günstige Voraussetzungen für den *Chlorops*befall schafft. (Vgl. dazu unten S. 594 Kopp 244). Bei Vergleich der täglichen Maximal- und Minimaltemperaturen der Monate Februar bis Mai zeichnen sich die Befallsjahre nicht besonders aus. Dieser Vergleich wurde im Kurvenbild 8 für verschiedene Jahre mit den Daten

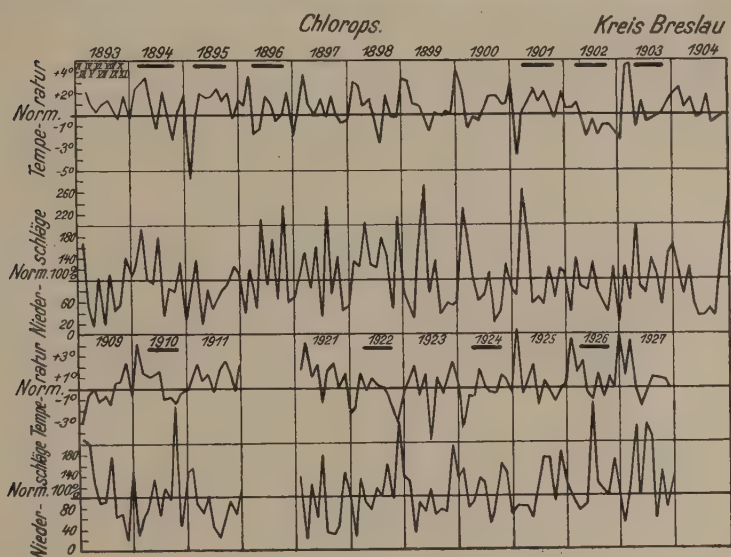
Übersicht 1. Witterungsberichte und Auftreten von Chlorops.

Jahr	Witterung im Monat					Chlorops- befall
	Februar	März	April	Mai	übrige	
1910	Kühle Frühjahrswitterung brachte Vegetationsstillstand. Allgemeine Stockungsperiode des Wachstums im Frühjahr. Kalte trockene NO-Winde. Mitte naßkalte Periode.					Außerordentlich starker Befall
1911		Ende: sommerliche Wärme.	1. Hälfte: empfindlicher Kälterückschlag — 5 bis — 10°	Letztes Drittel Gewitter, Wolkenbrüche, Kälterückschläge ganze Provinz.	Sommerdürre, warmtrockener Herbst, sehr wenig Niederschläge.	Chlorops häufigster Schädling.
1912	1. Woche Winter, dann außerordentlich mild, warm, Feuchtigkeitsmangel.	Wenig warme Tage, Ende rau, veränderlich.	1. Hälfte: naßkalt, stürmisch, Nachwinter. 2. Hälfte: sommerlich warm.	Nächte noch immer sehr kühl.	Winterweizen im Frühjahr erheblich zurückgehalten, Sommerung durch Kälte und Trockenheit verspätetes Schossen, Wassermangel.	Starke Schäden.
1913	Sonnenscheinreich, trocken, Kahlfröste.	Veränderlich, Ende sehr warm.	(Sprünge bis in den Juni). 1. Dekade: abnorm warm, trocken. 2. Dekade: Nachwinter. 3. Dekade: sommerliche Wärme.	1. Dekade: Schnee und Kälte.	Juni: Hitze, Gewitter, nochmals Abkühlung, Nachtfröste, zunehmende Dürre. Ab Juli: verregneter Sommer.	Auffallend wenig.
1914	Nachtfröste, sonst heiteres, sonniges, trockenes Wetter.	1. Hälfte: unfreundlich. 2. Hälfte: schöne, z. T. warme Tage, Ende kühler.	Gleichmäßig, kein Kälterückschlag.	2.—3. Temperatursturz, sonst wie April.	Keine Niederschläge, außerordentlich trocken im Frühjahr und Sommer.	Fehlte ganz.
1915	Milde.	Strenger Nachwinter. 2. Hälfte: wärmere Frühjahrswitt.	Wechselnd, anfangs Niederschläge. 3. Dekade: trocken, warm	Niederschlagsarm, raue Winde, kalte Nächte, Trockenheit.	Juni: Dürre, mehrmals Reif, danach wenig Sommertage.	Sehr vereinzelt.
1917	Strenger Frost.	Kälterückfälle, Schnee, jede Vegetation gehindert.	Kalt, sehr wechselnd, sehr niederschlagsreich.	Zu trocken, viel Sonne. Nächte: Kälterückschläge.	Juni: hohe Sonnenscheindauer. Juli: trocken, heiß.	Auffallend gering ggg, sonst in Dürrejahre mit Wachstumsstörung kurz vor dem Schossen.

der Wetterstation Breslau durchgeführt. Die Befallsjahre sind durch Unterstreichen der Jahreszahl bezeichnet. Es liegt an verschiedenen Umständen, daß dieser Weg keine einwandfreien Beweise bringt, einmal an der Unvollständigkeit der Auftretensmeldungen, die ja immer im Auge zu behalten ist — z. B. sind fast nie genauere Daten des Auftretens angegeben —, dann an der in den Berichten sehr allgemeinen Kennzeichnung der Witterung. Vor allem aber wird der Begriff der „Wachstumsstörung“ sicher nicht durch die Temperatur allein festgelegt. Eine genaue Untersuchung dieses Begriffes und seiner Ursachen liegt aber noch nicht vor, ebensowenig wie wir über den Begriff des „Schossens“ unterrichtet sind. Man weiß noch nichts über die Zeitpunkte der Hauptstreckperiode der Ährenanlage, die sich weder allgemein noch zeitlich mit dem gebräuchlichen Begriff des Schossens = Sichtbarwerden der Ähre decken dürfte. Daß aber Einflüsse der Witterung gerade in dieser Zeit nicht ohne Wirkung auf die Pflanze bleiben, ist sicher, ebenso daß der Eintritt der stärksten Streckung bei den einzelnen Sorten zeitlich sich nicht deckt. Die Antwort auf diese Fragen können nur Versuche geben.

Es besteht aber trotz dieser Unklarheiten im einzelnen keine Meinungsverschiedenheit darüber, daß eine das Wachstum verzögernde Frühjahrswitterung dem Insekt günstige Bedingungen für die Eiablage verschafft [Blunck (236), Schlesische Berichte (13), Kopp (244) u. a.]. Die Fliegen finden dann zur Eiablage mehr weichblättrige Pflanzen vor, die allein als Entwicklungsort für die Larve in Betracht kommen. Ist die Verhärtung der *Epidermis* bereits soweit fortgeschritten, daß die eben geschlüpfte Larve sie nicht mehr durchdringen kann, so muß diese zu Grunde gehen (Blunck 236, Frew 240). Für die Winterung geltend hat Kopp (244, S. 228) den Einfluß der Witterung folgendermaßen skizziert: „Besonders starken Befall verzeichnen wir nach Jahren, denen ein trockener Sommer und Herbst vorangegangen ist und dessen Frühjahrswitterung sehr kühl und regnerisch ist. Ein trockener Herbst verzögert den Aufgang der Saaten, läßt sie ungleich und schwach in den Winter kommen und sie brauchen dann im Frühjahr länger bis zum Ausschossen.“ So liegen oft die maßgebenden Einflüsse auf die Pflanze viel weiter zurück, als man annehmen möchte. Eine gewisse Bestätigung dieser Anschauung Kopp's bringt die Kurve 9. Sie enthält wiederum für Kreis und Wetterstation Breslau die monatliche Abweichung von der Normalen für Temperatur und Niederschläge; die Monate Dezember und Januar sind dabei fortgelassen. Es zeigt sich, daß Befallsjahren (durch Balken bezeichnet) fast immer 2—3 trockene Herbstmonate vorangehen. Nowicki (249, S. 11) zitiert schon einen Bericht von Fellingner: „Die Made erscheint immer und zwar massenhaft, nach vorhergegangenen trockenen, dürren Sommern.“ Diesem Faktor dürfte für die Zukunft bei Versuchen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden sein, da er für die Voraussage des zu erwartenden Befalles sicher von Bedeutung ist.

Jedoch ist hierfür erforderlich, vorher die für die verschiedenen Gegenden allgemein gebräuchlichen Saattermine zu ermitteln, die in der Literatur bisher noch nicht bekannt sind. Zur Abwehr der *Chlorops* wird die Befolgung der gleichen „Saatregel“ wie gegen die übrigen Getreidefliegen empfohlen: Im Herbst möglichst spät, im Frühjahr möglichst früh säen (Chrzanowski 237, Frew 240, Wahl 256, Tritschler 255, Grimm 241, Sorauer 147, Pflanzenschutzberichte). Diese Saatregel hat sich als falsch erwiesen. Schon Nowickis (249) einzelne Gewährsleute (S. 37) haben berichtet, daß Winterweizen bei später Saat erheblich mehr



Kurve 9.

litt als bei früher. Sappok (250) ermittelte für den Tarnowitzer Höhenrücken als günstigste Herbstsaatzeit den 10.—20. September. In Versuchen hat er festgestellt, daß mit späterer Saatzeit der Befall zunimmt. Seine Übersicht sei hier wiedergegeben:

Übersicht 2 (nach Sappok, 250, S. 649).

Ort	gedrillt am	Madenbefall
Domäne Grabow	16. 9.	10 %
Pniow	20. 9.	10 „
Anstalt Tost Vers.-Feld	28. 9.	16,8 „
„ „ Wirtschaft	2. 10.	38 „

Auch aus den Versuchen von Kopp (244) geht hervor, daß der Befall desto stärker war, je später die Saat erfolgte; erst im Oktober

gesäter Winterweizen bleibt im Frühjahr so in der Entwicklung zurück, daß er der *Chlorops* für die Eiablage viele weiche Pflanzen zur Verfügung stellen kann. Als günstigster Saattermin sämtlicher geprüften Sorten stellte sich für die Gegend der Versuche (Eiwanowitz a. d. Hanna, Mähren) der 26. September heraus. Blunck und Munkelt (236) berichten ebenfalls, daß frühbestellte Äcker wesentlich schwächer befallen waren als Spätsaaten.

Für die Frühljahrsaussaat wies Kopp in seinen bereits angeführten Versuchen nach, daß mit späterem Saattag deutlich geringerer Befall eintrat. Seine Tabelle ist als Beweis hier wiedergegeben (Kopp 244, Tabelle S. 227).

Tabelle 3.

Chlorops-Befall von Sommerweizen in lückenlosem Bestande
(nach Kopp).

Sorte	Saattag											
	28. III.			4. IV.			11. IV.			18. IV.		
	Halme		Be- fall	Halme		Be- fall	Halme		Be- fall	Halme		Be- fall
	ge- sund	be- fallen		ge- sund	be- fallen		ge- sund	be- fallen		ge- sund	be- fallen	
Dregers Bart-Sommerweizen.	86	37	30	210	80	27,5	167	37	18,1	259	26	9,1
Dobrowitzer Sommerweizen . .	40	200	83,4	21	134	89,5	56	158	73,9	56	149	63,4
Strubes Sommerweizen . . .	50	150	75	46	200	81,3	47	179	79,2	79	191	65,9
Ideal Sommerweizen . . .	103	173	69,3	160	155	49	127	160	55,8	130	100	43,5

Dasselbe geht aus der unten (S. 597) wiedergegebenen Tabelle von Frank (239) hervor.

So ist also die Saatregel für die Bekämpfung von *Chlorops* nicht brauchbar, vielmehr müssen die günstigsten Saattermine der einzelnen Gegenden versuchsmäßig ermittelt werden. Diese sind dann möglichst innezuhalten.

Hier erwächst auch der Züchtung ein weites Arbeitsfeld. Spielt doch die Sortenfrage eine sehr große Rolle bei der vorbeugenden Bekämpfung der *Chlorops*. Für Nowicki (249, S. 35) stand das bereits außer Zweifel. Kopp (244) und Sappok (250) haben eine ganze Anzahl von Sorten auf ihre Anfälligkeit gegen *Chlorops* beobachtet. Für Einzelheiten sei auf ihre Arbeiten verwiesen. Erwähnt mag nur werden, daß nach Kopp spätere Kolbenweizen (Großherzog von Sachsen, Hubertus,

Wischauer II) stärker befallen wurden. Äußerst stark wurde die Sorte Standard befallen. Dasselbe geben Miestinger (247) und Nowicki (249) für Kolbenweizen an. Bei Sappoks Versuchen zeichneten sich durch besonders starken Befall aus die Sorten: Pflugs Baltikum, Strubes General von Stocken, Glatter Lohnauer, Bergers Dickkopf, Cimbals Elite Dickkopf, Janetzki's frühe Kreuzung L, Rauher Lohnauer Dickkopf, Standard, Heils roter Dickkopf, Vogels Winterweizen. An anderen Stellen (Frank 239, Jahresbericht 1922 B.R.A. S. 68 (25), Bericht Baden (14) 1911, S. 51, Württemberg 1926, Bericht des S. A. f. Pflanzenschutz 1896 (1) werden als besonders anfällig Roter Schlanstedter, Barbinger Dickkopf, Eppweizen, Squarehead, Riese von Kinver, Krafft's Siegerländer sowie abgebaute Sorten erwähnt. Diese Anfälligkeit steht wahrscheinlich mit dem Wachstumsrhythmus im Zusammenhang: je später die ganze Entwicklung und demnach das Schossen einer Sorte erfolgt, desto mehr ist sie gefährdet. Daher muß versuchsmäßig dieser Rhythmus der einzelnen Sorten in den verschiedenen Gegenden festgestellt werden, wobei Voraussetzung ist, daß sie überhaupt dem Klima der betreffenden Gegend angepaßt sind. Nur auf diesen Grundlagen ist die Eignung einer Sorte für den Anbau im Schadgebiet der *Chlorops* zu prüfen. Bekannt ist bereits, daß Bart- und Grannenweizen und Landsorten dem Befall besser widerstehen bzw. von der Fliege auf Grund ihrer morphologischen Eigenheiten nicht so gerne angenommen werden.

Eine engere Stellung der Drillreihen (siehe Kopp 244) und eine größere Saatmenge je Flächeneinheit (Kopp 244, Sappok 250, Grimm 241 u. a.) tragen mit dazu bei, einem Befall entgegenzuwirken. Dadurch wird die Bestockungsperiode beschränkt, sodaß im Frühjahr ein viel gleichmäßigerer Entwicklungszustand der Saat vorhanden ist.

Frew (240), Sappok (250), Frank (239), Willimsky (258) und Kopp (244) stellten übereinstimmend den Einfluß der verabfolgten Düngung dahingehend fest, daß reichliche Stickstoffkopfdüngung im Frühjahr auf Grund der durch sie herbeigeführten längeren Wachstumszeit und Weichbleibens der Blätter befallsverstärkend wirkt. Zur Erläuterung diene die Übersicht 3 (aus Frank, 239, S. 117).

Übersicht 3 (nach Frank).

Zahl der mit *Chlorops* bewohnten und verdorbenen Halme
am 18. August:

Bestellt 30. 3. mit 1 Ztr. Chilesalp. je Mrg.	57 %
21. 4. „ 1 Ztr. „ „ „	60 „
30. 3. ohne „ „ „	40 „
21. 4. „ „ „	36 „

Phosphorsäuredüngung dagegen läßt die Gewebe sich schneller festigen und verhärten.

Zusammenfassung.

Über das Schadgebiet der *Chlorops pumilionis* Bjerk. ist Folgendes festzustellen:

1. *Chlorops pumilionis* ist über ganz Europa verbreitet.
2. Das Schadgebiet innerhalb Deutschlands fällt in das Anbauareal für Winter- und Sommerweizen, ohne daß Klimaunterschiede und Niederschlagsverteilung maßgebenden Einfluß zeigen.
3. Befall und Schaden scheinen vielmehr von dem Zustand der Hauptwirtspflanzen zur Zeit des Auftretens der Fliege im Frühjahr abzuhängen als von den Witterungseinflüssen auf das Insekt selbst. Der Zustand der Pflanzen hängt ab
 - a) von der Witterung im vorangehenden Herbst zur Zeit des Aufganges der Saat,
 - b) von dem Verlauf der Frühjahrswitterung, deren maßgebende Einzelfaktoren in ihrer Wirkung auf bestimmte Vorgänge in der Pflanze noch nicht geklärt sind (Wachstumsstörungen, Schossen),
 - c) von der richtigen Sortenwahl,
 - d) von dem Wachstumsrhythmus der angebauten Sorten,
 - e) von den angewandten Kulturmaßnahmen. Zu diesen rechnen besonders Düngung, Saatmenge, Reihenentfernung, Zeitpunkt der Saat. Stickstoffdüngung ist im Frühjahr nur in einer kleinen Gabe zu verabreichen, um ein zu langes Weichbleiben der Blattteile zu verhindern, Phosphorsäure trägt zur schnellen Festigung der Gewebe bei. Größere Saatmenge und kleinere Reihenentfernung dienen zur Vermeidung einer lang ausgedehnten Bestockungsperiode und von Nachschossern. Die für die einzelnen Gegenden günstigste Saatzeit ist zu ermitteln. Die sogenannte Saatregel ist für die Bekämpfung von *Chlorops* unbrauchbar.

e) Die Getreideblumenfliege (*Hylemyia coarctata* Fall.).

1. Das Verbreitungsgebiet der Getreideblumenfliege *Hylemyia* (*Leptohylemyia*) *coarctata* Fall., dieses durch biologische Besonderheiten ausgezeichneten Getreideschädling unter den *Dipteren*, wird von Sorauer (147, 5. Bd., S. 42) mit dem mittleren und nördlichen Europa angegeben. Andere Autoren (Marchal 276, Kleine 273, Morris 279) führen außer den nordeuropäischen Ländern noch Lappland, Mittel- und Südrußland, Österreich, Tunis und Mesopotamien an. Nach Kleine (273), ist sie im Norden häufiger als im Süden. Diese Ansicht wird gestützt durch weitere Ausführungen Kleines, auf die später noch eingegangen wird. Weiter meldet Petherbridge (280), daß die Blumenfliege im Jahre 1882 zum ersten Male in England schädlich geworden sei, während die erste Einsendung an die österreichische Pflanzenschutzstation erst im Jahre 1913 erfolgte (Wahl 287).

In Deutschland ist die Blumenfliege überall vorhanden (siehe besonders 1, Berichte des S. A. f. Pflanzenschutz 1893, 1897, 1898, weiter namentlich Jahresber. 1903 usw., auch Frank 270). Relativ am seltensten wurde sie in Bayern aufgefunden. Es geht aus diesen Meldungen hervor, daß ganz Deutschland innerhalb des Gesamtverbreitungsgebietes der Blumenfliege liegt.

Sehr lange ist man im Unklaren gewesen über die Biologie der Getreideblumenfliege, namentlich über Generationsfolge und Eiablage. Bis über das erste Jahrzehnt dieses Jahrhunderts hinaus suchten Forscher wie Rörig (281, 1911), Börner (265, 1904 und später), Marchal (276, 1909), und Störmer und Kleine (286, 1911), die Existenz einer Sommergeneration der Blumenfliege und die Eiablage an bestimmten Pflanzen nachzuweisen. Erst durch die Arbeiten von Rostrup (282, 1911, 283, 1923), Kleine (273, 1915, 274, 1918), Hedlund (zitiert bei Kleine 274), Gemmil (271), Petherbridge (280, 1921) ergab sich einwandfrei, daß nur eine Generation im Jahre erscheint, die für die Ablage ihrer Eier direkt den Boden, und zwar frisch gepflügten, lockeren, nicht mit Pflanzen bestandenem, benutzt.

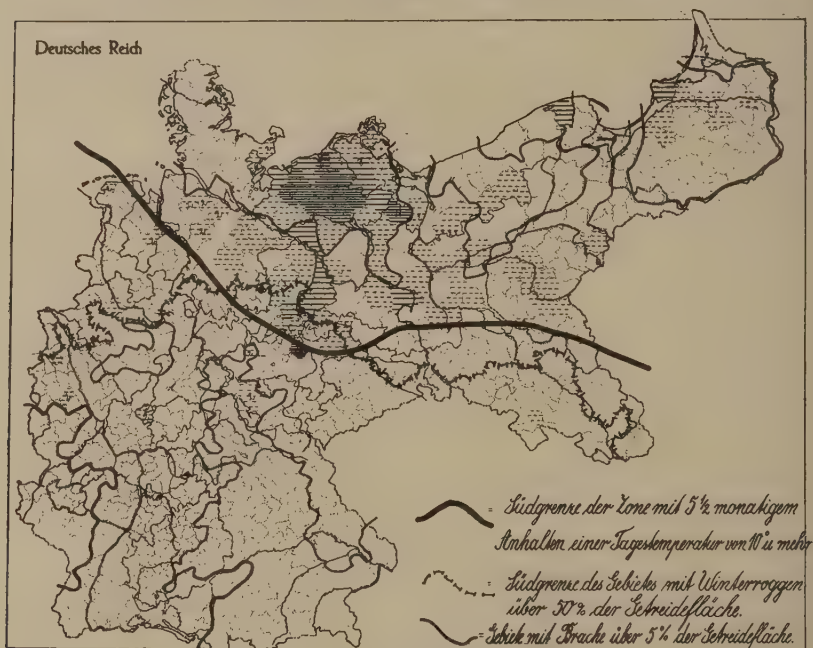
2. Das Schadgebiet der Blumenfliege ist auf der Karte V dargestellt. Kleine (273, 1915, S. 377) sagt: „Überblickt man die Literatur der letzten 20 Jahre, so kann man sagen, daß Nord-Deutschland am stärksten heimgesucht ist, in Mittel-Deutschland ist der Befall erheblich geringer, in Süd-Deutschland scheint er ohne Belang zu sein“. Die Karte bestätigt diese aus dem 20 jährigen Zeitraum gewonnene Ansicht auch für die nunmehr vorliegenden 35 Jahre.

Eine klimatische Begrenzung, wie Götze meint (272), daß „die Blumenfliege sich hauptsächlich im nördlichen Klima findet“, läßt das Schadgebiet im Vergleich mit der Klimakarte von Deutschland (Werth 123) nicht erkennen. Reicht es doch vom nordatlantischen Bezirk, den es zu einem beträchtlichen Teil einnimmt, bis quer durch den ganzen subsarmatischen Klimabezirk und in der nördlichen Abzweigung bis in den baltischen Bezirk.

Eine Abhängigkeit von den Anbauarealen der Hauptwirtschaftspflanzen der Blumenfliege kommt auch nicht in Frage. Zwar scheinen einige Dinge dafür zu sprechen: 1. in England wird die *Hylemyia „Wheat-bulb fly“* genannt (Gemmil 271), 2. in Schweden heißt sie „Roggenfliege“ (Hedlund, zitiert bei Kleine 274), 3. aus der Provinz Sachsen meldet Molz (278), daß Weizen besonders gerne befallen werde, 4. die südliche Begrenzung des Schadgebietes fällt etwa zusammen mit der in die Karte eingezeichneten Südgrenze des norddeutschen Hauptroggenbaugebietes, in dem Winterroggen über 50% der Getreidefläche einnimmt (auf Karte V nach Engelbrecht 126, Karte 1).

Dagegen sprechen jedoch die Berichte aus dem Hauptblock des Schadgebietes, aus Mecklenburg-Schwerin. In diesen wird in sämtlichen Jahren

Weizen und Roggen als befallen gemeldet (siehe Berichte Mecklenburg 4, 5). In den Meldungen aus den anderen Teilen des Schadgebietes sind ebenfalls diese beiden Hauptwirtschaftspflanzen immer genannt. Es erscheint natürlich, daß die Schäden in einem so ausgesprochenen Weizenbaugebiet, wie es die Provinz Sachsen darstellt, am Weizen stärker hervortreten. Dazu kommt, daß Weizen wegen seiner gegenüber dem Roggen geringeren Bestockungsfähigkeit in stärkerem Maße bei Befall zu Grunde gerichtet wird. Auch aus der übrigen Literatur (siehe Schulte zur Oven 285,



Karte V. Schadgebiet der Getreideblumenfliege.

Gemmil 271, Rostrup 283) wird eine gebietsmäßig zu erfassende Bevorzugung von Roggen oder Weizen nicht bestätigt. Weiterhin spricht gegen eine Abhängigkeit von Anbauarealen der Winterungsfrüchte die Tatsache, daß Süd-Deutschland als Schadgebiet vollkommen ausfällt, obwohl auch dort Winterroggen- und Weizenbau einen sehr großen Prozentanteil der Getreidefläche einnehmen (vgl. Engelbrecht 126, Karte 1 und 3).

Somit muß eine andere Begründung dieser auffallenden Begrenzung des Schadgebietes der Blumenfliege gesucht werden. Gemmil (271) sagt in der Einleitung seiner Arbeit, in den letzten Jahren sei die Blumenfliege in Schottland und in anderen Gegenden mit kurzer Vegetations-

zeit der Gewächse aufgetreten. Der Begriff der „Vegetationszeit“ ist wie andere ein noch so wenig feststehender, daß damit kaum Vergleiche angestellt werden können. Was dient als Maßstab, die Wachstumszeit einer einzelnen Pflanze, einer Kulturpflanze oder einer Wildpflanze, eines Baumes oder eines Grases, oder die Dauer einer gewissen Temperatur? Dieser letzte Maßstab wird für die Unterscheidung von Vegetationszonen als der günstigste anzusehen sein.¹⁾ Seine Anwendung ergab auch eine wichtige Begrenzung des Schadgebietes der Blumenfliege. Das ist die Linie auf Karte V, welche die Zone mit $5\frac{1}{2}$ monatigem Anhalten einer Tagestemperatur von 10° und mehr im Süden begrenzt (nach Supan 122). Es scheint danach, als ob die Getreideblumenfliege an Gebiete mit kürzerer Vegetationszeit gebunden ist. Die Erklärung dafür dürfte in folgenden Umständen zu suchen sein: Die Blumenfliege ist die einzige der wirtschaftlich wichtigen Getreidefliegen, die im Jahre nur eine Generation hat. Da für die Eiablage nur lockerer, unbestandener, frisch gepflügter Boden in Frage kommt, würden die Vollensekten in Gegenden mit längerer Vegetationszeit, d. h. einem längeren Andauern höherer Temperatur, keinen solchen vorfinden. Denn zwischen Temperatur und Entwicklungsdauer eines Insekts besteht die Beziehung, daß mit höherer Temperatur die Entwicklungsdauer verkürzt wird (132, 134, 139, 148). In Gegenden mit längerer Vegetationszeit würde also die zur Entwicklung der Blumenfliege benötigte Wärmesumme (Kleine 141a, Watzl 148) durch früheres Eintreten höherer Temperaturen viel früher erreicht sein, als in Gegenden mit kürzerer Vegetationszeit. So würden die Imagines noch keine abgeernteten und frisch gelockerten Böden zur Eiablage vorfinden können.

3. Die folgenden Untersuchungen, die zur Nachprüfung einiger in der Literatur vertretener Meinungen angestellt wurden, stützen den aus der Karte des Schadgebietes abgeleiteten Befund.

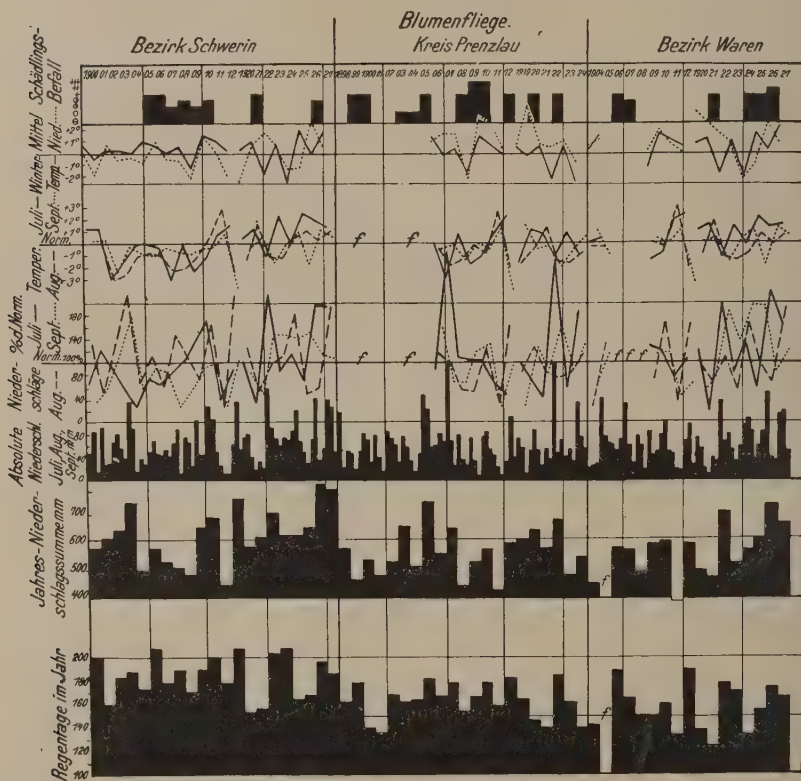
In allen Berichten der Hauptstellen für Pflanzenschutz wird immer wieder gemeldet, daß Winterung nach Brache besonders von der Blumenfliege heimgesucht werde (siehe namentlich Berichte Rostock 4, 5 u. a.). So schien zwischen Blumenfliege und Brache ein Zusammenhang zu bestehen. Es ergibt sich aber aus den in die Karte V eingefügten Linien der Gebiete mit Brache über 5% der Getreidefläche (nach Engelbrecht 126, Karte 39), daß auch hier, wie bei den Anbauarealen von Roggen und Weizen, die süddeutschen Teile des Brachegebietes völlig ausschalten. Dadurch ist erwiesen, daß die Brache an sich für das Schadgebiet der Blumenfliege nicht ausschlaggebend ist (siehe auch S. 606 betr. Vorfrucht).

Die verschiedensten Ansichten bestehen in der Literatur über den Einfluß der Witterung.

So wird im Bericht der Hauptstelle Rostock für das Jahr 1907 dem strengen Winter 1906/07 ein entschiedener Einfluß auf die geringe Ent-

¹⁾ Nach frdl. mündl. Mitteilung von Herrn Prof. Werth.

wicklung der Fliegen im Jahre 1907 (Berichte Rostock für 1907 S. 16), hingegen der milden Herbst- und Winterwitterung 1909/10 ein solcher für den ausgedehnten Befall im Jahre 1910 (Bericht Rostock 1910 S. 14) beigemessen. Kleine (273, S. 365) kommt zu dem Schluß, daß es für den Zeitpunkt des Larvenbefalles viel mehr auf die Frühjahrstemperaturen



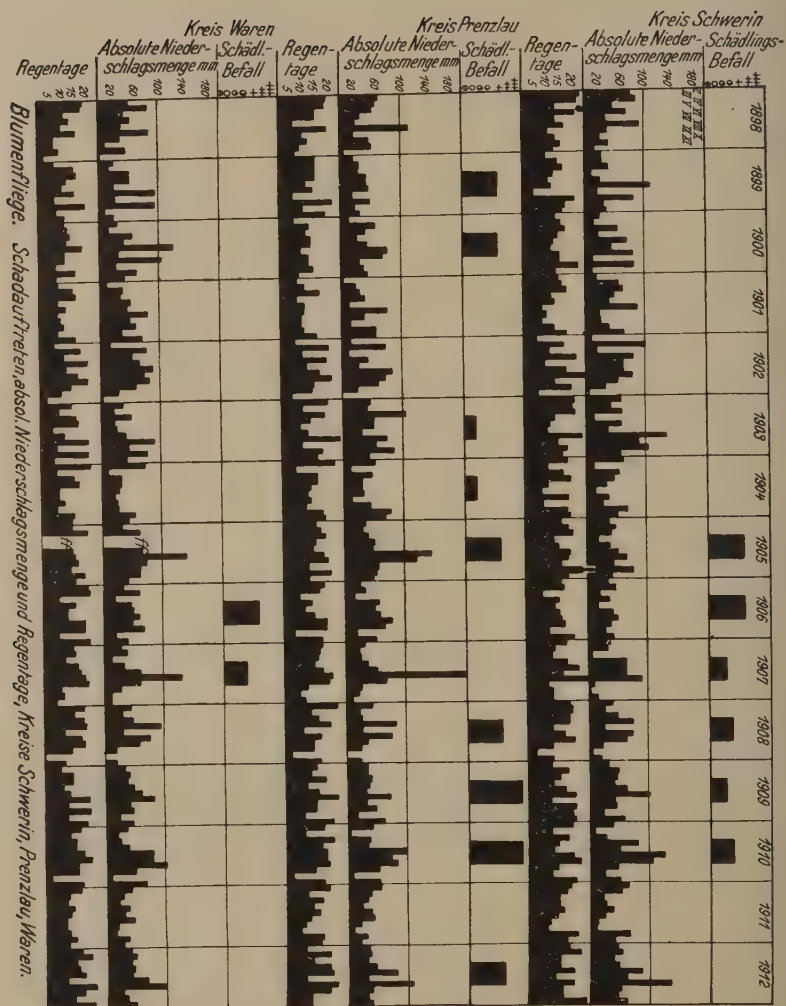
Tafel VI.

als auf die des Winters ankomme. Auf der Kurventafel VI sind die Wintermittel aus drei Kreisen des Schadgebietes für Temperatur und Feuchtigkeit dargestellt. Es geht aus diesen Kurven hervor, daß sowohl nach kalten Wintern (negative Abweichung von der Normalen) z. B. 1908/09 für Kreis Schwerin und Prenzlau, 1923/24 für Waren, wie nach milden (positive Abweichung von der Normalen) z. B. 1904/05 für Schwerin, 1909/10 für Schwerin und Prenzlau, 1920/21, 1924/25 für Waren, Schaden auftrat.

Verschiedene praktische Landwirte haben Kleine (274, S. 17), bestätigt, daß nach einem feuchten August im nächsten Jahre bestimmt mit Befall zu rechnen ist. Er belegt das mit einigen Angaben ohne genaue Wetter- und Ortsdaten. Zur Nachprüfung wurden die Temperatur- und Feuchtigkeitskurven der Monate Juli, August, September für die drei schon oben erwähnten Kreise des Schadgebietes nach der Abweichung von der Normalen und im Blockschema die absoluten Niederschlagsmengen der gleichen Monate (Kurvetafel VI) konstruiert. Eine Bestätigung der zitierten Anschauung ergab sich nicht. In allen Kreisen kommt Befall sowohl nach feuchtem wie nach trockenem Verlauf des August sowie der beiden anderen Monate vor. Dieser Befund wird durch Rostrup gestützt (283), nach deren Beobachtungen in Dänemark starker Befall nach nassem und nach trockenem August eintrat.

Fast scheint aber Einiges auf eine Temperaturabhängigkeit hinzuweisen, allerdings nicht eindeutig, so daß hier nur für die Beobachtung bei künftigen Versuchen darauf hingewiesen sei. Im Zeitraum 1905—09 im Bezirksamt Schwerin und 1906—10 im Kreis Prenzlau liegen die Temperaturen der Monate Juli, August, September immer unter der Normalen (Tafel VI). Gerade diese beiden Zeiträume kennzeichnen aber für beide Kreise die längstdauernde zusammenhängende Befallsperiode.

Petherbridge (280) zitiert den Bericht eines Farmers, nach dem die Blumenfliege in trockenen Sommern schädlich werde, weil in feuchten Jahren die Eier nicht zur Reife kämen. Danach müßten die Schäden also besonders in Jahren mit relativ geringeren Niederschlägen auftreten. Kleine (273) aber ist der Meinung, daß ein relativ niederschlagsreicher Sommer im darauffolgenden Jahre starke Schäden auftreten läßt. Er sagt auf S. 382: „Nehmen wir dagegen die kritische Zeit (Sommer) an, 1909 feucht, 1910 reiches Fliegenjahr, 1911 heiß und trocken, 1912 schwacher Befall, 1912 feucht und warm (schlechtes Erntewetter!), 1913 starkes Fliegenjahr. 1913—1914 abfallend. 1914 trockene sonnige Zeit von Juli bis weit in den September, 1915 müßte meines Erachtens ein Jahr mit nur geringem Befall abgeben.“ Abgesehen davon, daß die Begriffe trocken und feucht ohne nähere Angaben keine Vergleichsmöglichkeit bieten, worüber an anderer Stelle grundsätzliche Ausführungen gemacht wurden (S. 570), soll also nach der einen Ansicht Trockenheit Schäden im gleichen Jahre, nach der anderen Feuchtigkeit Schäden im folgenden Jahre verursachen. Ob die Bedingungen in den beiden Ursprungsländern dieser Berichte verschieden sein können, sei dahingestellt. Die angestellte Nachprüfung auf Tafel VII, die im Blockschema Schädlingsauftreten, absolute Niederschlagsmengen in den Monaten Februar bis November, Regentage in denselben Monaten für die Kreise Schwerin, Prenzlau, Waren und den Zeitraum von 1898—1912 enthält, bestätigt keine der beiden Meinungen. Einige Beispiele zur Erläuterung:



Tafel VII.

B.-A. Schwerin.

1902 Sommermonate ziemlich viel Niederschläge,	1902 } kein Befall
	1903 }
1907 " " " "	1907, 1908 Befall
1904 " " wenig "	1904 kein, 1905 Befall
1911 " " " "	1911, 1912 kein Befall

Kreis Prenzlau.

1905 Sommermonate ziemlich viel Niederschläge,	1905 Befall, 1906 kein Befall
1907 " " " "	1907 kein, 1908 Befall
1904 " " wenig "	1904, 1905 Befall
1901 " " " "	1901, 1902 kein Befall.

B.-A. Waren.

1910 Sommermonate ziemlich viel Niederschläge,	1910, 1911 kein Befall
1905 " " " "	1905 kein, 1906 Befall
1904 " " wenig "	1904, 1905 kein Befall.

Aus der Tafel VII ergibt sich also erstens, daß die Witterung der Sommermonate der Befallsjahre nicht eindeutig als trocken bezeichnet werden kann, zweitens, daß den Befallsjahren keine Sommer vorausgingen, die eindeutig nur relativ hohe Niederschlagsmengen gehabt hatten.

Die Vermutung, daß vielleicht die Zahl der Regentage in den Sommermonaten mitbestimmend sei, läßt sich aus der folgenden Tabelle als unzutreffend erkennen. Sie zeigt, daß Befall im nächsten Jahre (durch ein Kreuz bezeichnet) eintritt, gleichgültig ob in den Sommermonaten des vorigen Jahres viel oder wenig Regentage gewesen waren:

Tabelle 4.

Jahr	Kreis Schwerin			Kreis Prenzlau			Kreis Waren		
	Zahl der Regentage		folgendes Jahr Befall	Zahl der Regentage		folgendes Jahr Befall	Zahl der Regentage		folgendes Jahr Befall
	Juli	August		Juli	August		Juli	August	
1898 . .				20	10	+			
1899 . .				14	6	+			
1900 . .				9	12				
1902 . .				16	21	+			
1903 . .				11	24	+			
1904 . .	7	18	+	11	12	+		10	+
1905 . .	19	18	+	17	19		8	15	+
1906 . .	14	15	+	13	18		11	18	
1907 . .	15	25	+	20	19	+	18	19	
1908 . .	16	20	+	15	12	+			
1909 . .	20	10	+	22	13	+			
1910 . .	19	22		17	18				
1911 . .				10	8	+			

Auch die Zusammenstellung der Jahresniederschlagssummen sowie der Summen der Regentage der einzelnen Jahre (Kurvntafel VI) zeigt keine Zusammenhänge mit den Befallsperioden. Somit dürfte als einzige richtige Vermutung über den Einfluß der Witterung im Zusammenhang mit der Blumenfliege die verschiedentlich (Esmarch 269, Berichte Rostock) geäußerte bestehen bleiben, daß der Befall desto stärker in Erscheinung tritt, je mehr die Frühjahrswitterung das schnelle Wachstum und die rasche Entwicklung der Pflanzen hintanhält. Untersuchungen darüber wurden vom Verfasser aus früher dargelegten Gründen (vgl. Abschnitt über *Chlorops* S. 594) nicht angestellt.

Die Frage: Bevorzugt die Blumenfliege bestimmte Bodenarten, ist früher auf die verschiedenste Weise beantwortet worden. Nach den Zuchtversuchen von Kleine (273, S. 370) hatte ständige Nässe oder ständige Trockenhaltung verschiedener mit Eiern belegter Bodenarten keinen Einfluß auf den Entwicklungsgang der Blumenfliege. Es darf nach den Ergebnissen der Untersuchungen von Kleine (273, 274), Rostrup (283) und Blunck und Becker (264) folgendes als feststehend angesehen werden: Nicht irgend eine Bodenart an sich wird von der Blumenfliege bevorzugt oder gemieden, sondern der Nässezustand des Bodens ist ausschlaggebend dafür, ob die Fliege ihn zur Ablage der Eier benutzt. Immer braucht sie unbebauten, frisch gepflügten, lockeren Boden zur Eiablage, meidet aber dabei Böden, die sich in einem zu großen Nässezustand befinden. Das so oft empfohlene Tiefunterpflügen der Eier dürfte für die Bekämpfung keinen Wert haben, nachdem Kleine in den schon oben angeführten Zuchtversuchen feststellte, daß die Larven sich in allen Bodenarten gleichmäßig gewandt auf der Suche nach ihren Wirtspflanzen bewegen. Weiter ergaben Gemmils (271) Versuche, daß eben geschlüpfte Larven schon 5—6 Tage, halberwachsene bis 15 Tage ohne Nahrung auf der Wanderung aushalten können.

Schon früher wurde auf die Meldungen über Befall der nach Brache gebauten Winterung (siehe S. 601) hingewiesen. Im Zusammenhang damit glaubte man der Vorfrucht die Schuld am Schadauftreten der Blumenfliege zuschieben zu sollen. Von den verschiedensten Autoren wurden bestimmte schlechte Vorfrüchte festgestellt (Blunck-Becker 264, Frühkartoffeln, Steckrüben, Kleine 273, Brache, De Jong 267, Frühkartoffeln, Berichte Rostock 4, 5, Brache u. a.). Kleine (273, S. 377) will das Fehlen der Blumenfliege in Süddeutschland auf die dortigen Wirtschaftsformen zurückführen. Aus den Arbeiten der D.L.-G. über Betriebsverhältnisse der deutschen Landwirtschaft kann man die einzelnen Wirtschaftsformen nicht gebietsmäßig festlegen. Zumal bei der Fruchtfolge finden sich in jedem Landesteil, in jedem Kreise derartig viele Verschiedenheiten, daß daraus für den vorliegenden Fall keine Schlüsse gezogen werden können. Überall sind die gebräuchlichsten Arten der Fruchtfolge in buntem Gemisch vertreten. Auch für diese Frage lassen sich die neuesten

Ergebnisse dahingehend kennzeichnen (Kleine 274, S. 22, Molz 278), daß nicht die Vorfrucht selbst das Schädliche ist, sondern der Zustand des Bodens in der Zeitspanne zwischen der Ernte der Vorfrucht und der Bestellung der neuen Saat. Je länger der Boden ohne Pflanzenbestand und je länger die Spanne von der (meist aus anderen Gründen unentbehrlichen) Schälffurche bis zur Saatzfurche ist, desto günstigere Gelegenheit hat die Blumenfliege, ihre Eier abzulegen.

Zusammenfassung über die Getreideblumenfliege.

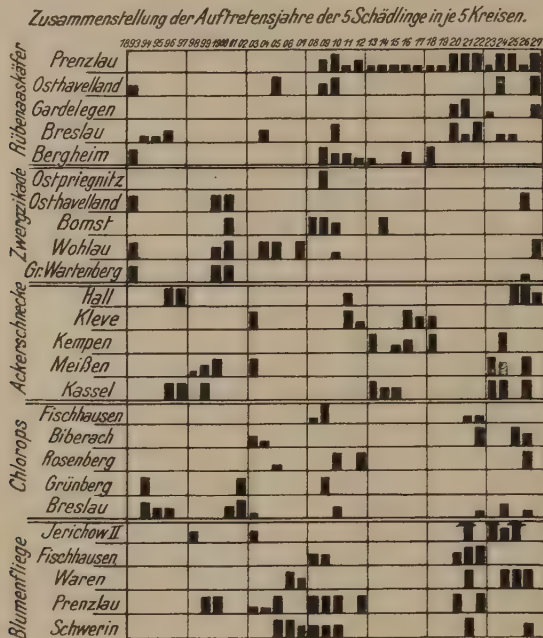
1. Das Verbreitungsgebiet umschließt ganz Deutschland.
2. Die Karte zeigt, daß das Schadgebiet der Blumenfliege nicht über die Südgrenze der Zone hinausgeht, in der eine Tagestemperatur von 10° und mehr $5\frac{1}{2}$ Monate anhält. Da die Blumenfliege nur eine Generation jährlich aufweist, scheint ihr Schadgebiet an Zonen mit kurzer Vegetationszeit gebunden zu sein, damit die Zeit der Eiablage in die Zeitspanne zwischen Ernte und Neusaat fällt, in der allein frischer, lockerer, gepflügter Boden vorhanden ist.
3. Eine Abhängigkeit von Anbauarealen der Hauptwirtschaftspflanzen Roggen und Weizen ist nicht vorhanden.
4. Desgleichen konnte eine Abhängigkeit von bestimmten Witterungseinflüssen (Wintertemperaturen, feuchtem August, feuchten oder trockenen Sommern, Zahl der Regentage) nicht festgestellt werden.
5. Wirtschaftsformen und Brachegebiet sind nicht ausschlaggebend.
6. Die Blumenfliege bevorzugt keine bestimmte Bodenart, nur der Nässezustand des Bodens ist ausschlaggebend: Nasse Böden werden bei der Eiablage gemieden.
7. Die Art der Vorfrucht steht in keinerlei Beziehungen zum Befall. Von Einfluß ist die Zeitspanne, in welcher der Boden sich zwischen Ernte und Neusaat in lockerem, gepflügtem Zustand befindet.

B. Vergleich der Schädlinge miteinander.

Es erscheint wichtig, die behandelten Schädlinge noch einem Vergleich zu unterziehen. Auf Tafel VIII sind die Jahre des Auftretens der fünf Schädlinge aus je fünf Kreisen untereinandergestellt. Zwar bestehen zwischen den hier behandelten Schädlingen keine Beziehungen in dem Sinne, daß sie wie Glieder einer Kette einander am gleichen Ort im Auftreten folgen (Jungner 119: Über den klimatisch-biologischen Zusammenhang einer Reihe von Getreidekrankheiten während der letzten Jahre). Eine derartige Betrachtung war auch in dieser Arbeit nicht beabsichtigt. Vielmehr müssen hier die großen Perioden des Auftretens der einzelnen Schädlinge im Zeitraum von 1893—1927 und die Dauer der einzelnen Perioden verglichen werden.

Es ist aus der Tafel VIII zu erkennen, daß der Rübenaskäfer außer einer kleinen Periode im Anfang der Berichtszeit (1893—1896) eine wechselnd starke, langausgedehnte Periode von 1909—1927 aufweist.

Die Zwergzikade dagegen hat eine abklingende Periode 1893 (s. Bericht des S. A. für das Jahr 1893, S. 17: Fortsetzung der Epidemie des Jahres 1892) und eine weitere von 1900—1910. Danach tritt eine große Pause ein, die bis zum Auftreten im Jahre 1926 und 1927 dauert.



Tafel VIII.

Die Ackerschnecken haben drei Perioden während der Berichtszeit, die erste 1896—1899, die zweite 1911—1918, die dritte 1923—1927.

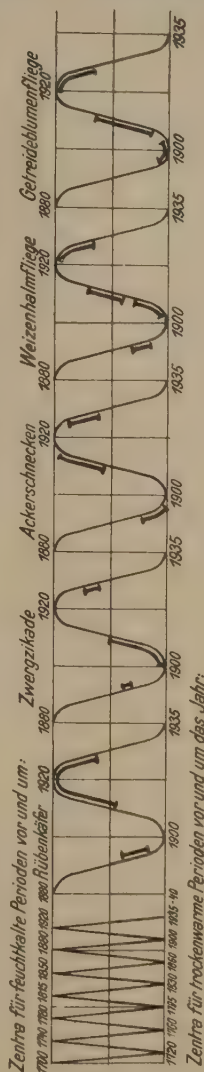
Zerstreute und mehr verteilte Perioden zeigt die Weizenhalmfliege, trotzdem auch hier eine gewisse Häufung in den Jahren 1902—1912 und 1921—1926 zu erkennen ist.

Die Blumenfliege hat wiederum zwei scharf hervortretende Perioden von 1903—1912 und 1920—1926.

Die Dauer der einzelnen zusammenhängenden Befallsperiode beträgt beim Rübenaskäfer 3—5 Jahre, bei der Zwergzikade 2—3 Jahre, bei der Ackerschnecke 3 Jahre, bei der Weizenhalmfliege 1—2 Jahre, bei der Blumenfliege 2—3 Jahre.

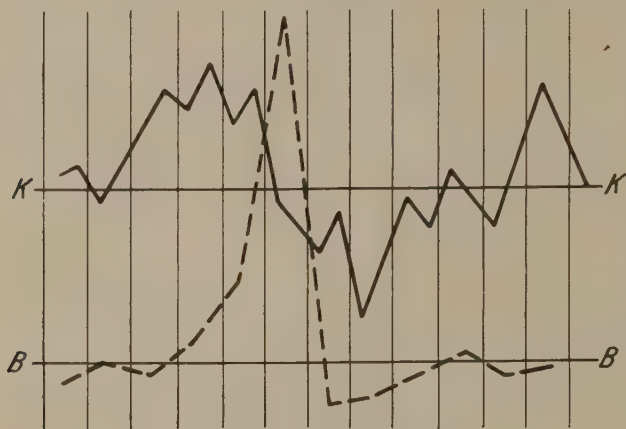
In das von Jungner (206, S. 34) aufgestellte Schema der Schwankungen des Klimas wurden auf Tafel IX die Befallsperioden der fünf Schädlinge eingezeichnet. Es geht daraus hervor, daß die Befallsperioden der Zwergzikade und Ackerschnecke einander ausschließen. Die Hauptperiode der Zwergzikade liegt nach dem Höhepunkt des trockenwarmen Zentrums, während die der Ackerschnecken vor und nach dem Höhepunkt des feuchtkalten Zentrums liegen. Bei den übrigen drei Schädlingen, bei denen keine maßgebliche klimatische Abhängigkeit festgestellt wurde, verteilen sich die Befallsperioden auf die trockenwarme und die feuchtkalte Klimaperiode.

Bremer hat neuerdings versucht, die Ablaufformen des Massenauftritts von Insekten nach zwei schematischen Typen zu ordnen (Bremer 156 a, S. 263). Er will diesen in Kurven dargestellten Typen die Massenzahlen des betreffenden Insekts in den einzelnen Jahren zugrunde legen und bezeichnet als den einen extremen Typ den K(Kohlweißlings)-Typ, als anderen den B(Baumweißlings)-Typ (s. Kurve 10). Der erste ist dadurch charakterisiert, daß die jährliche Massenzahl um ein ziemlich hohes Mittel in verhältnismäßig engen Zwischenräumen schwankt, während sich beim B-Typ unter einer längeren Reihe von Jahren nur ein einziges durch abnorm hohe Massenzahl auszeichnet, vorher und nachher aber fast verschwindend kleine Massenzahlen vorherrschen. Bremer zieht daraus die Folgerung, daß polyvoltine Insekten (solche mit erblicher Veranlagung für mehrere Generationen jährlich) mehr zum K-Typ, univoltine jedoch mehr zum B-Typ neigen. Daß dieses Schema an sich die Ablaufformen des Massenauftritts richtig wiedergibt, leuchtet ein. Jedoch liegen bisher noch keine statistischen Angaben über die „Massenzahl“ = die allgemein jährlich vorhandene durchschnittliche Anzahl des betreffenden Insekts vor. Es wurde daher der Versuch gemacht, aus den Auftretensmeldungen der bearbeiteten fünf Schädlinge einen Maßstab für die Ablaufformen des Massenauftritts zu gewinnen. Die



Tafel IX.
Schema der Klimaschwankungen nach Jungner.

Zusammenstellung der Jahre des Auftretens jedes Schädlings in je 5 Kreisen (Tafel VIII) zeigt bei dem Rübenaskäfer eine langgedehnte Periode mit Schäden fast in jedem Jahre. Das würde darauf hindeuten, daß der Ablauf des Massenauftritts des Rübenaskäfers mehr nach dem Typ der K-Kurve erfolgt. Der Rübenaskäfer mit nur einer Jahresgeneration gehört aber zu den univoltinen Insekten, für die nach Bremer die B-Kurve gelten soll. Die Getreideblumenfliege, ebenfalls zu den univoltinen Insekten gehörig, läßt in ihren zwei scharf begrenzten Perioden eine gewisse Anlehnung an den B-Typ erkennen, während die Weizenhalbfliege mit ihren mehr zerstreuten Auftretensperioden zu keinem der beiden Kurventypen hinneigt. Sie müßte als polyvoltines Insekt sich



Kurve 10 (nach Bremer).
Typen des Massenwechsels von Insekten.

dem K-Typ nähern. Ackerschnecke und Zwergzikade müßten als polyvoltine Tiere ebenfalls dem K-Typ zuneigen, jedoch läßt sich das aus der Zusammenstellung nicht erkennen, zumal bei diesen beiden Schädlingen die maßgebliche Abhängigkeit von klimatischen Faktoren festgestellt wurde. So scheint sich aus dem statistischen Material der Jahresberichte kein Maßstab ableiten zu lassen, der gestattet, den Ablauf des Massenauftritts gemäß den Feststellungen Bremers zu erfassen.

Mehrmals sind in der Literatur Stimmen laut geworden, die die Perioden des Auftretens der Schädlinge mit den Sonnenfleckenperioden in Beziehung zu bringen suchen. Es ist festgestellt, daß Perioden starker Fleckenbildung (Sonnenfleckenmaxima) mit solchen geringster Fleckenbildung (Sonnenfleckenminima) in bestimmten Zeiträumen abwechseln. Schwabe hat die Dauer einer Periode von Maximum zu Maximum mit 10 Jahren, Wolf nach genauerem Durcharbeiten mit 11,11 Jahren

angegeben (nach Pringsheim¹⁾). Es liegen nun Beobachtungen vor, nach denen in 11jährigem Rhythmus gewisse Tiere bestimmte Ost-Westwanderungen ausführen; auch wurde mehrmals (Meyer 143) das Auftreten von Insektenkalamitäten auf die Sonnenfleckenperiode zurückgeführt. Wenn auch die Tatsache zutrifft, daß Insektenkalamitäten und Sonnenfleckenmaxima oder -minima einige Male zusammentrafen, so konnte doch nicht festgestellt werden, daß Kalamitäten eines bestimmten Schädlings immer mit Sonnenfleckenmaxima oder -minima zeitlich übereinstimmen. Pringsheim¹⁾ betont schon, daß die durch starke Fleckenbildung hervorgerufene Minderung der Strahlungsintensität der Sonne durch die vermehrte Strahlungsintensität der in gleichen Perioden auftretenden sogenannten „Fackeln“ aufgehoben wird. Es fällt also immer die Periode starker Fackelbildung mit der Periode starker Fleckenbildung zusammen, wodurch eine spürbare Wirkung auf irdische Vorgänge nicht zustande kommt. Pringsheim¹⁾ sagt auf S. 72: „In der Tat ist bisher kein irdischer Vorgang bekannt geworden, den man auf die Veränderung der Sonnenstrahlung infolge der Periodizität der Sonnentätigkeit zurückführen könnte. Es ist keine mit der Sonnentätigkeit zusammenhängende periodische Schwankung des Klimas, keine periodische Veränderung irgendwelcher meteorologischer Elemente, wie der Regenmenge, der Winde usw. sicher nachgewiesen worden.“

III. Ergebnisse der Auswertung der Jahresberichte und der Festlegung von Schadgebieten für den Pflanzenschutz.

Wenn im Vorstehenden der Versuch gemacht worden ist, die Schadgebiete einiger tierischer Krankheitserreger der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen festzulegen und daraus Schlüsse auf die Abhängigkeitsfaktoren dieser Schädiger zu ziehen, so muß die Frage beantwortet werden, ob und in wieweit diese Ergebnisse für die Pflanzenschutzforschung von Wert sind. Schon im Anfang wurde betont, daß das Ziel der Pflanzenschutzforschung die Ermöglichung von Voraussagen für das Eintreten von Schäden sein muß. Es hat sich in den letzten Jahren auf Grund vorliegender Sonderaufgaben immer mehr die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß der Weg zu diesem Ziel über die epidemiologische Forschung führt. Diese will mit Hilfe von Versuchen die begrenzenden und fördernden Faktorenkomplexe für die von jedem einzelnen Schädling verursachten Kalamitäten klarlegen. Dafür ist die Mitarbeit der Meteorologie, Phänologie, Biologie, Ökologie, Pflanzen- und Tiergeographie und Klimatologie nicht zu entbehren. Auf die von diesen Wissenschaften zu liefernden Grundlagen muß sich die epidemiologische Untersuchung stützen.

¹⁾ Physik der Sonne, Teubner, Leipzig u. Berlin 1910.

Es liegen bereits gewisse Möglichkeiten für die Voraussage von Kalamitäten vor, die besonders im Forstschutz schon allgemeinere Bedeutung erlangt haben und Anwendung finden. Auch für einige pflanzliche Parasiten sind schon die Gesetzmäßigkeiten ihrer Abhängigkeit von gewissen Faktoren erkannt. (*Fusicladium*, Aderhold 26 und Bremer 152, u. 153; *Peronospora* der Reben, Müller 165 u. 165 a). Die Forschungen auf dem Gebiete der tierischen Schädlinge beschränken sich bis jetzt auf wenige große Arbeiten (Rübenaaskäfer, Rübenfliege), die durch ausbrechende Kalamitäten angeregt wurden. Ihre Bearbeitung vom Standpunkte der epidemiologischen Forschung hat sehr wichtige Aufschlüsse gegeben und auch Möglichkeiten für die Voraussage geschaffen. So hat die Epidemiologie im Pflanzenschutz eine große Aufgabe vor sich, nämlich: Alle Schädiger zu untersuchen, um nach Möglichkeit für jeden eine Voraussage seines Schadauftretens zu erhalten.

Zu gleicher Zeit kann aber ein so großes Arbeitsgebiet nicht in Angriff genommen werden. Hinzukommt, daß bei dem mehr oder weniger periodischen Verlauf der von jedem Schädling verursachten Krankheiten nicht die Möglichkeit vorhanden sein kann, diese Arbeiten zur gleichen Zeit aufzunehmen. Möglich ist es aber, aus dem bereits vorliegenden Beobachtungsmaterial der Jahresberichte das Schadgebiet jedes Schädlings festzulegen. Möglich ist es auch, aus dieser Festlegung gewisse Schlüsse auf die Abhängigkeit des betreffenden Schädlings zu ziehen. So werden durch diese Vorarbeiten der praktischen, mit Versuchen arbeitenden epidemiologischen Forschung die Wege geebnet. Die Aufmerksamkeit wird auf den im Schadgebiet jedes Schädlings möglichen Ausbruch von Kalamitäten hingelenkt, die allgemeine Beobachtungstätigkeit kann darauf sofort eingestellt werden und mancherlei Fingerzeige für vielleicht wichtige Faktoren werden der Versuchsanstellung bereits mitgegeben.

Der beste Beweis dafür, daß der Begriff und die Festlegung des Schadgebietes für die weitere epidemiologische Forschung unumgängliche Notwendigkeit ist, dürfte die Tatsache sein, daß Blunck und Bremer, Führer auf dem Gebiete der epidemiologisch geführten Arbeiten der letzten Jahre, sich in ihren eben erschienenen Veröffentlichungen (151 und 156 a) mit diesem Begriff beschäftigen. Bremer unterscheidet (156 a) Gesamtverbreitungsgebiet, Massenverbreitungsgebiet und Gebiet der dauernden Schädigungen. Diese Einteilung ähnelt durchaus der in dieser Arbeit vorgenommenen; das Gebiet mit schwachen Schäden (Schraffur 2) würde dem Massenverbreitungsgebiet entsprechen.

Aber nicht nur für die Vorbereitung der Arbeiten der praktischen epidemiologischen Versuchstätigkeit hat die Bearbeitung der vorhandenen Jahresberichte große Bedeutung. Auch die nachträgliche Überarbeitung der epidemiologischen Ergebnisse an Hand der Berichte hat für die Voraussage wichtige Gesichtspunkte ergeben. Von den in dieser Arbeit behandelten Schädlingen ist allein der Rübenaaskäfer durch die Arbeiten

von Blunck und Görnitz (177), Blunck und Janisch (181), Bremer (182), Weber (203) bereits untersucht worden. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind durch die vorliegende bestätigt worden, haben aber eine Erweiterung dadurch erfahren, daß für die Voraussage eintretender Kalamitäten die Wichtigkeit des Witterungsverlaufes des Monats März erkannt wurde.

Bei der stattgefundenen Durcharbeitung der bisher vorliegenden Berichte konnte es nicht ausbleiben, daß die ihnen anhaftenden Mängel besonders hervortraten. Es sei gestattet, auf die wichtigsten Punkte aufmerksam zu machen, um womöglich die Abstellung dieser Mängel bei der Sammlung zukünftigen Materials zu erreichen.

Schon in den letzten Jahresberichten tritt immer stärker die Notwendigkeit und der Nutzen kartographischer Darstellung der aufgetretenen Schädigungen hervor. Die Bedeutung der in dieser Arbeit angewandten Darstellungsmethode für die Verwendung des gesamten eingehenden Meldungsmaterials wurde schon früher hervorgehoben. Wenn aber anerkannt werden muß, daß eine Verwertung des gesamten Materials im Sinne der epidemiologischen Forschung liegt, so würde diese Arbeit wesentlich dadurch erleichtert werden, daß jeder Meldung des Auftretens von vornherein der zugehörige Kreis beigelegt wird.

Der maßgebende Einfluß der klimatischen und Witterungsfaktoren Temperatur und Feuchtigkeit braucht kaum noch hervorgehoben zu werden. Ihre besondere Beobachtung und Aufzeichnung, gerade auch an den Orten des Auftretens, ist bisher aber sehr im Hintertreffen. Es wäre wünschenswert, daß nicht nur, wie bisher, von den Hauptstellen ein allgemeiner Überblick über den Witterungsverlauf in ihrem Bezirk gegeben wird, sondern daß den angestellten Beobachtungen und besonders den eingehenden Versuchen genaue Witterungsdaten hinzugefügt werden. Gerade die den Jahresberichten vieler Hauptstellen für Pflanzenschutz angefügten Ergebnisse der Untersuchungen innerhalb ihres Bereiches über einzelne Fragen bilden ein wertvolles und wesentliches Material für den Vergleich einzelner Krankheitserreger in verschiedenen Bezirken und sollten daher tunlichst im Zusammenhang mit den Jahresberichten beibehalten und so genau wie möglich mit nachzuprüfenden Daten ausgestattet werden. Zu dieser Ausstattung mit genaueren Daten gehört weiter, — das wurde auch in der Literatur oft vermißt —, daß der Meldung über das Auftreten oder dem Bericht über angestellte Beobachtungen genaue Zahlen über Tag und Monat sowie über den Ort der Beobachtung und die zugehörige bzw. zugezogene Wetterstation beigegeben werden. Im Zusammenhang mit den schon einleitend erwähnten Aufgaben zur Klarstellung verschiedener Begriffe wird erst durch solche genauen Angaben die Möglichkeit für vergleichende Nachprüfung geschaffen.

Wenn von den eingelaufenen Meldungen zuerst hintereinander die Orte genannt werden und später die Ausführungen der einzelnen

Meldungen wiedergegeben werden, wie es in vielen Berichten geschehen ist, so ist eine Numerierung oder eine andere Kennzeichnung der Zusammengehörigkeit nützlich. Vielfach nämlich ergeben die Ausführungen der Beobachter wichtige Anhaltspunkte.

Die bedeutendste Aufgabe der Zukunft, die in diesem Zusammenhang zu erwähnen ist, bleibt die Aufstellung einer einheitlichen Norm für die zahlenmäßige Erfassung des Auftretens und des Schadens. Beide Begriffe sind voneinander zu trennen. Ein einwandfreier Vergleich der Meldungen wird erst dadurch gewährleistet, daß für die Feststellung der Häufigkeit des Auftretens einheitliche Zahlenmaße zugrunde gelegt werden und daß gleichzeitig die Höhe des angerichteten Schadens nach einheitlichem System erfaßt wird. Die dabei anzuwendenden Maßstäbe zu erörtern, ist hier nicht der Platz. Kein Zweifel aber besteht darüber, daß zwei Vorteile sich aus einem solchen System ergeben würden: 1. die Vereinheitlichung der gesamten Meldungen und Beobachtungen durch die Schaffung zahlenmäßiger Maßstäbe würde den Vergleich und die Auswertung wesentlich erleichtern. 2. Die exakte Schadensschätzung ist für die Statistik deshalb wertvoll, weil mit ihrer Hilfe die der Land- und Volkswirtschaft durch die Krankheitserreger erwachsenen Schäden zu erfassen sind, desgl. auch die Leistungen des Pflanzenschutzes eindringlich klargestellt werden können (Morstatt 164).

Wie diesem ganzen Problem der Trennung von eigentlicher Melde-tätigkeit und Pflanzenschutzstatistik beizukommen ist, haben Schwartz (168) und Bremer (154) aufgezeigt. Ihre Gedanken waren folgende: Das Beobachternetz und damit der Meldedienst muß so ausgebaut werden, daß dadurch dem Pflanzenschutzdienste ein möglichst weiter, ins einzelne gehender Überblick über alle phytopathologischen Geschehnisse gewährleistet wird. Nebenher muß an zahlenmäßig wenigen Stellen eine exakte Versuchsanstellung mit ganz konkretem Umriß der wichtigsten zu klärenden Fragen laufen. Diese Versuchstätigkeit muß unter Heranziehung aller irgendwie fördernden Hilfsquellen an demselben Orte eine Reihe von Jahren durchgeführt werden, um die Zusammenhänge zwischen den Krankheitserregern und den bestimmenden Faktoren der Umwelt zu erkennen.

Für eine Verwirklichung dieser Forderungen bedeutet die Festlegung der Schadgebiete der einzelnen Krankheitserreger ebenfalls eine Förderung. Die Orte der exakten Versuchsanstellung könnten so verteilt werden, daß je einer oder mehrere in den Zentren des Schadgebietes jedes Schädlings liegen und ebenso einer oder mehrere zur Kontrolle und Beobachtung in den Gebieten außerhalb des eigentlichen Schadgebietes. Mit der Festlegung der Schadgebiete der einzelnen Krankheitserreger aus den vorhandenen Jahresberichten würde also die Erkenntnis der Zusammenhänge zwischen den Krankheitserregern und ihren Abhängigkeitsfaktoren erleichtert und vertieft und damit der Beobachtungstätigkeit,

der epidemiologischen Forschung und dem gesamten Pflanzenschutz weitere Möglichkeiten zur Schaffung zuverlässiger Vorhersagen erschlossen werden.

Zusammenfassung.

Die Festlegung der Schadgebiete¹⁾ der einzelnen Krankheitserreger aus den statistischen Meldungen der Jahresberichte ist für den Pflanzenschutz wichtig aus folgenden Gründen:

1. Erst die Kenntnis der Abhängigkeitsfaktoren der einzelnen Schädlinge aus ihrer Umwelt bietet die Möglichkeit, eintretende Schäden gegebenenfalls voraussagen und vorbeugende Maßnahmen ergreifen zu können.
2. Der Weg zur Erkennung der Abhängigkeitsfaktoren führt über die epidemiologische Forschung.
3. Die Festlegung des Schadgebietes jedes einzelnen Krankheitserregers aus den Meldungen der Pflanzenschutzberichte bildet die Vorarbeit für die praktische epidemiologische Forschung.
4. Auch die nachträgliche Bearbeitung von bereits epidemiologisch untersuchten Schädlingen ergibt wichtige Gesichtspunkte für die Voraussage eintretender Schäden.
5. Durch die Bearbeitung der Meldungen der vorhandenen Jahresberichte werden der Beobachtungsmöglichkeit (Meldedienst) und der Versuchsanstellung wertvolle Hinweise gegeben und der zu erstrebenden Pflanzenschutzstatistik die Wege geebnet.

Die vorliegende Arbeit wurde in der Zeit vom 1. Mai 1927 bis Ende Februar 1929 im Laboratorium für Phänologie und Meteorologie der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem angefertigt. Für die Überlassung des Arbeitsplatzes sage ich Herrn Geheimrat Prof. Dr. Appel, Direktor der Biologischen Reichsanstalt meinen verbindlichsten Dank. Das Arbeitsthema wurde mir von Herrn Geheimrat Appel und Herrn Oberregierungsrat Prof. Dr. Werth gestellt; hierfür und für die jederzeitige freundliche Förderung meiner Arbeit bin ich beiden Herren zu großem Danke verpflichtet. Ganz besonders möchte ich aber Herrn Dr. S. Wilke für die vielfache Anregung und freundliche Hilfe bei der Beschaffung des Materials und der Literatur meinen Dank zum Ausdruck bringen.

¹⁾ Zusammenfassung über die einzelnen Schädlinge siehe Seite 577, 583, 586, 598, 607.

Literatur.

I. Pflanzenschutzberichte.

1. Berichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutz der D. L.-G. vom Jahre 1893 bis 1904. Arb. d. D. L.-G. Nr. 5, 8, 19, 26, 29, 38, 50, 60, 71, 82, 94, 107.
2. Berichte über Landwirtschaft Nr. 5, 13, 16, 18, 25, 27, 30, 38 (herausgegeben vom Reichsamt d. Innern). Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen in den Jahren 1905—1912.
3. Bericht über die Tätigkeit der Pflanzenschutzstelle der L. K. f. Ostpreußen für die Jahre 1907, 1908, 1909. Arb. d. L.-K. Ostpreußen Nr. 11, 15, 20.
4. Berichte der Hauptsammelstelle f. Pflanzenschutz Rostock f. d. Jahre 1905—1910. Landw. Annalen des Meckl. Patriot. Vereins. Jahrgänge 1906—1911.
5. Berichte der Hauptsammelstelle Rostock f. d. Jahre 1911, 1912, 1913, 1914, 1915. Stuttgart, Eugen Ulmer.
6. Honcamp, F., Die landw. Versuchsstation Rostock 1875—1925 und Beiträge. Rostock, Hinstorff, 1925.
7. Berichte über Auftreten von Feinden und Krankheiten der Kulturpflanzen in der Rheinprovinz im Jahre 1910 Veröff. 3 d. L.-K. f. Rheinprov. 1911; i. J. 1911 Veröff. 4 d. L.-K. f. Rheinprov. 1912; i. J. 1912 Veröff. 1 d. L.-K. f. Rheinprov. 1913; i. J. 1913 Veröff. 3 d. L.-K. f. Rheinprov. 1915; i. J. 1914 Veröff. 1 d. L.-K. f. Rheinprov. 1916; i. J. 1915 Veröff. 4 d. L.-K. f. Rheinprov. 1916; i. J. 1916 Veröff. 3 d. L.-K. f. Rheinprov. 1919; i. J. 1917 Veröff. 3 d. L.-K. f. Rheinprov. 1919; i. J. 1918 Veröff. 4 d. L.-K. f. Rheinprov. 1920; i. J. 1919 Veröff. 4 d. L.-K. f. Rheinprov. 1920.
8. Phytopathologische Berichte der Zentralstelle für die Fürstentümer Reuß ä. L. und j. L. 1907—1917. Gera, Geraer Verlagsanstalt und Druckerei.
9. Amtsblatt der L.-K. Kassel 1908, 1909. Berichte über Auftreten von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen 1907 u. 1908 im Rechenschaftsbericht über die Tätigkeit der von der L.-K. f. d. Reg.-Bez. Kassel ernannten Ackerbaukommission zur Ausführung von Düngungs- und Anbauversuchen.
10. Berichte der Hauptsammelstelle für Braunschweig. 1. 2. 3. Bericht (Jahre 1910/11, 1912/13, 1913/14). Sonderdrucke aus Tätigkeitsbericht der L.-K. für Braunschweig.
11. Tätigkeitsberichte der landw. Versuchsstation Jena 1907—1913, 1915—1918. Jena, Frommannsche Buchdruckerei.
12. Jahresberichte der agrik.-chemischen Versuchsstation der L.-K. f. d. Prov. Schleswig-Holstein. Jahre: 1909, 1910, 1911, 1912, 1913. Berichte über das Auftreten von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen.
13. Berichte über die Tätigkeit der agrik.-bot. Versuchs- und Samenkontroll-Station d. L.-K. f. d. Prov. Schlesien zu Breslau. 1893—1919.
14. Berichte der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Baden, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915—1918. Stuttgart, Eugen Ulmer.
15. Jahresber. des bairischen Weinbauinstituts für das Jahr 1926. Freiburg, Muth G. m. b. H. 1927.
16. Mitteilungen der L.-K. für Sachsen-Altenburg. Jahre 1909, 1910, 1911, 1912, 1913.
17. Tätigkeitsbericht der Station für Pflanzenschutz zu Hamburg für die Jahre 1898 bis 1917, 1917—1924, 1924—1926. Hamburg, Lütcke & Wulff.
18. Berichte der Hauptstelle für Pflanzenschutz Lübeck für die Jahre 1913, 1918, 1920, 1921, 1927. Lübeck.
19. Berichte der Hauptstelle für Pflanzenschutz bei der L.-K. für die Provinz Grenzmark über das Auftreten der Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen. Landsberg 1924, 1924—1926, 1926—1927.
20. Berichte über Pflanzenschutz der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des K. W.-Instituts für Landw. in Bromberg 1908/09, 1913/14. Berlin, Verlag Paul Parey. 1911 u. 1916.

21. Jahresbericht 1913. Manuskript aus den Akten der B. R.-A.
22. Praktische Blätter für Pflanzenschutz 1908—1919. Vorläufige Berichte über die Tätigkeit der bayer. agrik.-bot. Anstalt München.
23. Berichte über die Tätigkeit der K. Anstalt für Pflanzenschutz in Hohenheim, Jahre 1906, 1908—1912. Sonderdrucke aus Wochenbl. f. Landwirtschaft für 1906: 1907, Nr. 17; für 1908: 1909, Nr. 22; für 1909: 1910, Nr. 22; für 1910: 1911, Nr. 21, 22 S.; für 1911: 1912; für 1912: 1913, Nr. 29, 22 S.
24. Berichte der Kgl. Saatzuchtanstalt a. d. Akademie für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan. München, Pörsbacherische Buchdruckerei, Jahrg. 1904—1909. Freising, Datterer & Co., 1908. Freising, Hämmerlein, 1909.
25. Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1920. Mitt. aus der B. R.-A., Heft 23, Berlin, Verlag Paul Parey und Springer; i. J. 1921 Mitt. a. d. B. R.-A., Heft 29; i. d. J. 1922—1924 Mitt. a. d. B. R.-A., Heft 30, Berlin, Verlag Paul Parey; i. J. 1925 Mitt. a. d. B. R.-A., Heft 32; i. J. 1927 Mitt. a. d. B. R.-A., Heft 37.
26. Aderhold, R., Über die in den letzten Jahren in Schlesien besonders hervorgetretenen Schäden und Krankheiten unserer Obstbäume und ihre Beziehungen zum Wetter. Breslau (ohne Verlagsangabe). 1898. 27 S.
27. Fallada, O., Über die im Jahre 1906 beobachteten Schädiger und Krankheiten der Zuckerrübe. Österr.-ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. 36. 1907. 3.
28. — — Über die im Jahre 1912 beobachteten Schädiger und Krankheiten der Zuckerrübe. Österr.-ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. 42. Wien 1913. 19—33.
29. Frank, A. B., Zuckerrübenkrankheiten im Jahre 1898. Zeitschr. Ver. d. deutschen Zuckerind. 1899. 251—255.
30. Grosser, W., Über Schädlinge an Kulturpflanzen in Schlesien im Jahre 1904. Jahrb. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 83. 1906. 2—7.
31. — — Über Schädlinge an Kulturpflanzen in Schlesien im Jahre 1905. Jahrb. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 83. 1906. 34—39.
32. — — Schädlinge an Kulturpflanzen aus Schlesien im Jahre 1907. Jahrb. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 85. 1908. H. 2. 13—19.
33. — — Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen in Schlesien im Jahre 1908. Jahrb. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 86. 1909. 39—48.
34. Hiltner, L., Bericht über die Tätigkeit der kgl. bayer. agrik.-bot. Anstalt in der Zeit vom 1. X. 1902 bis 31. XII. 1903. München, Wild.
35. Hiltner, L., Berichte der kgl. bay. agrik.-botan. Anst. f. d. Jahre 1902/03—1907. München, Riegersche Verlagsbuchhandlung.
36. — — Einige Beobachtungen über das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen der Kulturpflanzen in Bayern im Sommer 1905. Prakt. Bl. f. Pflanzenschutz 3. 1905. 97—101, 113—118.
37. — — Bericht über die im laufenden Jahre bisher aufgetretenen Schädlinge und Krankheiten der Feldfrüchte. Prakt. Bl. f. Pflanzenschutz 5. 1907. 90—94, 133—138.
38. Hofer, Das Auftreten schädlicher Insekten in der Schweiz 1898. Schweiz. Zeitschr. f. Obst- u. Weinbau. 1899. Nr. 3—4, 49—53.
39. Hollrung, M., Jahresberichte über das Gebiet der Pflanzenkrankheiten 1898—1913. Berlin, Verlag Paul Parey.
40. — — Jahresberichte der Versuchsstation für Nematodenvertilgung und Pflanzenschutz der L.-K. für die Prov. Sachsen in Halle für die Jahre 1893—1898.
41. — — Beobachtungen über die 1898 innerhalb der Provinz Sachsen aufgetretenen Rübenkrankheiten. Zeitschr. Ver. d. deutschen Zuckerind. 49. 1899. 256—262.
42. — — Einige Mitteilungen über das Auftreten von Rübenkrankheiten während des Jahres 1900. Zeitschr. Ver. d. deutschen Zuckerind. 51. 1901. 323—330.
43. — — Mitteilungen über das Auftreten von Schädigern u. Krankheiten der Zuckerrüben während des Jahres 1902. Zeitschr. Ver. d. deutschen Zuckerind. 53. 1903. 186—190.

44. Jungner. Über die im Jahre 1900 in der Provinz Posen am häufigsten beobachteten Pflanzenkrankheiten. Landw. Zentrbl. f. Posen. 29. Jahrg. 1901. S. 244.
45. Kirchner, R., Über die im Jahre 1906 in Schlesien beobachteten Pflanzenkrankheiten. Jahrb. schles. Ges. f. vaterl. Kultur. 84. 1907. 31—41.
46. Lindinger, L., Tätigkeitsbericht der Schädlingsabteilung des Instituts für angew. Botanik zu Hamburg für die Zeit vom 14. II. bis 30. VI. 1920. Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 7. 1921. S. 424—440.
47. Morstatt, H., Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für die Jahre 1914—1919. Berlin, Verlag Paul Parey und Springer, 1921.
48. — — Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für die Jahre 1920, 1921, 1922. Berlin, Verlag Paul Parey und Springer, 1921, 1922, 1923.
49.) — — Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für die Jahre 1923, 1924, 1925.
50.) Berlin, Verlag Paul Parey und Springer, 1924, 1925, 1926.
51.)
- 51 a. — — Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für das Jahr 1926. Berlin, Verlag Paul Parey, 1927.
52. — — Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für das Jahr 1927. Berlin, Verlag Paul Parey, 1928.
53. Peter, Besondere Erscheinungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten in der Provinz Hannover. Arb. d. L.-K. f. Hannover. Heft 25.
54. Pfrogner, A., Diesjährige Insektenplage im Getreidebau. Wien. ldw. Ztg. 1910 1054.
55. Reh, L., Die Schädigung der Landwirtschaft durch Tierfraß im Jahre 1898. Naturw. Wochenschr. 1899. Nr. 48. 561—565.
56. — — Beschädigung der Landwirtschaft durch Tierfraß im Jahre 1899. Naturw. Wochenschr. Bd. 15. 349—356.
57. — — Insektenschäden im Frühjahr 1907. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 5. 1907. 492—499.
58. Remer, W., Schädlinge der diesjährigen Wintersaat in Schlesien. Zeitschr. L.-K. Schlesien. 1901. 1699—1702.
59. — — Bericht über die Tätigkeit der agrik.-botanischen Versuchs- und Samenkontrollstation des landw. Vereins zu Breslau während der Zeit vom 1. I. 1901 bis 31. III. 1902. Breslau, Graß & Co. 12 S.
60. — — Über Pflanzenkrankheiten in Schlesien im Jahre 1902. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur. 80. Jahresber. 1902.
61. Reuter, E., In Dänemark im Jahre 1900 beobachtete Pflanzenbeschädigungen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 12. 1902. 291/92.
62. — — In Schweden aufgetretene schädliche Insekten. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 12. 1902. 291/92.
63. Jungner, Welche Schädlinge an Feldfrüchten sind in diesem Jahre in der Provinz Posen aufgetreten und wie sind dieselben zu bekämpfen? Landw. Zentrbl. f. Posen. 1903. Nr. 27. S. 301.
64. Schander, R., Die im Jahre 1906 in den Provinzen Posen und Westpreußen beobachteten Krankheiten und Schädlinge der Rüben. Bl. f. Zuckerrübenbau. 14. Jahrg. 1907. Nr. 8. S. 113—119.
65. — — Bericht über das Auftreten von Krankheiten und Tierschädlingen an Kulturpflanzen in den Provinzen Posen und Westpreußen im Jahre 1907 Bd. I. H. 1 (erschienen 1908), im Jahre 1908 Bd. II, H. I (erschienen Jan. 1910). Mitt. d. K. W.-Instituts Bromberg Bd. I u. II. H. 1.
66. — — IV. Bericht über die Tätigkeit des Instituts für Pflanzenkrankheiten und die Hauptstelle für Pflanzenschutz für die Provinzen Grenzmark und Brandenburg rechts der Oder. Sonderdr. aus Landw. Jahrb. Jahrg. 1925. S. 43.
67. Schröder, Chr., Bericht über während des Jahres 1902 zur Einsendung gebrachte, vorwiegend landw. Schädlinge. Allg. Zeitschr. f. Entomologie 8. 1903. 9—11.

68. Schröder, Chr., Bericht über die während des Jahres 1904 zur Einsendung gelangten Schädlinge. Landw. Wochenbl. f. Schlesw.-Holst. 55. 1905. 441—445.
69. — — Bericht über die während des Jahres 1905 zur Einsendung gebrachten Schädlinge. Landw. Wochenbl. f. Schlesw.-Holst. 56. 1906. Nr. 22. 312—315.
70. Spieckermann, A., Die Krankheiten der Kulturpflanzen in Westfalen und ihre Bekämpfung; Bericht über die Jahre 1910—1912. Veröff. d. L.-K. f. d. Provinz Westfalen. Heft 17.
71. Stift, A., Bemerkungen über einige im heurigen Frühjahr aufgetretene Pflanzenschädiger. Wiener landw. Ztg. 54. 1904. Nr. 54, 497.
72. — — Über die im Jahre 1903 beobachteten Schädiger und Krankheiten der Zuckerrübe und einiger anderer Kulturpflanzen. Österr.-ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. 33. 1904. 52—69.
73. — — Bemerkenswerte Mitteilungen über das Auftreten von tierischen Feinden und Krankheiten der Zuckerrübe 1910. Bl. f. Zuckerrübenbau 17. 1910. 145—149, 166—170.
74. — — Bemerkenswerte Mitteilungen über das Auftreten von tierischen Feinden der Zuckerrübe im Jahre 1911. Bl. f. Zuckerrübenbau 19. 1912. 45—48, 62—65, 97—101, 113—117.
75. — — Mitteilungen über beachtenswertes Auftreten von tierischen und pilzlichen Schädigern der Zuckerrübe 1912. Monatshefte f. Landw. 1913. 86—94.
76. Störmer, H., Über einige im Jahre 1909 aufgetretene Pflanzenkrankheiten von besonderer Bedeutung (Frit). Sonderdr. aus Landw. Wochenschr. f. d. Provinz Sachsen. 1909.
77. — — Die Krankheiten der Rüben im vergangenen Jahre. Bl. f. Zuckerrübenbau 17. 1910. 88—93.
78. Uzel, H., Mitteilungen über Krankheiten und Feinde der Zuckerrüben in Böhmen im Jahre 1904. Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen 29. 1905. 399—403.
79. — — Pflanzenschädlinge in Böhmen 1904. Wiener landw. Ztg. 54. 1904. 917—919.
80. Zimmermann, H., Über das Massenauftreten namentlich schädigender Insektenformen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 21. 1911. 257—269.
81. Zschokke, A., Beobachtungen auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes. Jahresber. d. Pfälz. Wein- u. Obstbauschule. 1903. 29—32.

II. Jahresberichte der Landwirtschaftskammern.

82. Jahresberichte der L.-K. für Ostpreußen 1893—1920.
83. Jahresberichte der L.-K. für Westpreußen 1901—1911.
84. Jahresberichte der L.-K. für die Provinz Posen 1898—1908.
85. Jahresberichte der L.-K. für Pommern 1898—1912.
86. Jahresberichte der L.-K. für Provinz Brandenburg 1898—1913.
87. Jahresberichte der L.-K. für Mecklenburg 1917/22, 1922/25, 1925/26, 1926/27.
88. Jahresberichte der L.-K. für Schleswig-Holstein 1898—1912/13.
89. Jahresberichte der L.-K. für die Provinz Sachsen. Jahrgänge 1898—1926.
90. Jahresberichte der L.-K. für Oldenburg 1918/19—1919/22, 1924/26.
91. Rechenschaftsbericht der Oldenburgischen Landw.-Ges. 1896—1899. S. 186.
92. Jahresberichte der L.-K. für das Fürstentum Lübeck 1907—1910.
93. Jahresberichte der L.-K. für die Provinz Westfalen für die Jahre 1899—1910.
94. Jahresberichte der L.-K. für Hannover. Jahre 1901—1912/13.
95. Jahresberichte der L.-K. für die Rheinprovinz 1898—1910.
96. Jahresberichte des landw. Vereins für Rheinpreußen. Jahre 1898—1904.
97. Jahresberichte der L.-K. für Schlesien für die Jahre 1899—1913.
98. Jahresberichte der L.-K. für die Provinz Hessen-Nassau a) Kassel 1898—1913, 1921—1923; b) Wiesbaden 1898—1913, 1921—1923.
99. Jahresberichte der landw. Versuchsstation Harleshausen 1913—1927.

100. Jahresberichte des landw. Vereins für Rheinhessen. 1903/04. S. 29, 34, 38.
101. Jahresberichte der L.-K. für Herzogtum Anhalt 1900—1913. enthaltend 1908—1913. Berichte der Pflanzenschutzstation in Bernburg 1908, S. 75, 79; 1909, S. 82; 1910, S. 63; 1911, S. 65; 1912, S. 52; 1913, S. 54.
102. Jahresberichte über die Landwirtschaft in Sachsen 1904—1913.
103. Jahresberichte der L.-K. f. Herzogtum Sachsen-Koburg-Gotha 1909.
104. Jahresberichte der L.-K. f. Schwarzburg-Sondershausen 1902, 1903.
105. Jahresberichte der L.-K. f. Sachsen-Altenburg 1903—1923.
106. Geschäftsberichte des landw. Kreisvereins im Vogtlande 1904, 1906—21, 22/23, 24, 25.
107. Mitteilungen des Landes-Obst-Verbandes für Sachsen-Altenburg 1904, 1909 Nr. 6, 7, 8, 9, 10; 1910 Nr. 9, 10, 12; 1911 Nr. 6, 7, 9, 11; 1912 Nr. 23, 25, 29, 30, 32, 37; 1913 Nr. 39.
108. Jahresberichte der badischen landw. Versuchsanstalt Augustenburg 1902—1914/15.
109. Jahresberichte des bayer. Landwirtschaftsrates 1898—1911.
110. Jahresberichte des Kreisausschusses des Landw. Vereins von Oberfranken 1908 bis 1911, Bayreuth.
111. Jahresberichte der landw. Kreis-Versuchsstation Würzburg 1904, 1906, 1911.
112. Jahresberichte der Zentralstelle des Vereins zur Förderung der Landwirtschaft und des Gewerbes für Hohenzollern 1898—1913/14.

III. Allgemeines Klimatisches.

113. Allemeyer, Welchen Einfluß hat die ungünstige Witterung dieses Winters auf die Entwicklung unserer Kulturpflanzen. Hannov. land- und forstw. Ztg. 80, 1927, 93—95.
114. Brouwer, W., Die Beziehungen zwischen Ernte und Witterung in der Landwirtschaft. Landw. Jahrbücher Bd. 63. 1926. S. 1—81.
115. Deutscher Witterungsbericht 1921—1927 Herausgegeben vom Preuß. Meteorol. Institut.
116. Geißler, A., Das „bioklimatische Gesetz“ von Hopkins und der Versuch seiner Nutzbarmachung für die Landwirtschaft. Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst. Jahrg. 7. 1927. 35/36, 43/44.
117. Gösele, Lothar, Untersuchungen über Beziehung zwischen Witterung und Ernteertrag in der Landwirtschaft. Landw. Jahrb. Bd. 68. 1928. Heft 2. S. 253.
118. Hellmann, G., Regenkarte von Deutschland. 2. Aufl. Berlin, Reimer, 1919.
119. Jungner, Über den klimatisch-biologischen Zusammenhang einer Reihe von Getreidekrankheiten während der letzten Jahre. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 1904. Heft 6.
120. Norddeutscher Witterungsbericht, Jahre 1909—1920. Herausgegeben vom Preuß. Meteorol. Institut.
121. Möller, O., Niederschlagsverteilung in Mecklenburg-Schwerin. Mecklenb. landw. Mitt. Nr. 7 i. A. der L.-K., herausgegeben von Dr. Bormann. 1925. Rostock, Verlag Hinstorff.
122. Supan, A., Die mittlere Dauer der Hauptwärmep perioden in Europa. Petermanns Mitteilungen 33. Bd. 1887. S. 165.
123. Werth, E., Klima und Vegetationsgliederung in Deutschland. Mitt. B. R.-A. Heft 33. 1927. Mit 10 Neben- und 1 Hauptkarte. Berlin, Verlag Paul Parey.
124. Werth, E., Klimatologisch-pflanzengeographische Arbeitsmethoden im Pflanzenschutz. Angewandte Botanik 9. 1927. 458/459.

IV. Allgemeines Landwirtschaftliches.

125. Betriebsverhältnisse der deutschen Landwirtschaft. Arb. der D. L.-G. Nr. 51, 64, 118, 123, 130, 133, 137, 164, 167, 169, 183, 185, 186, 188, 192, 195, 202, 207, 209, 212, 218, 221, 227, 239, 246, 257.

126. Engelbrecht, Th., Die Feldfrüchte des deutschen Reiches. Arb. 357 d. D. L.-G. Atlas 1928.
127. Krische, P., Die landwirtschaftlichen Bodenarten Deutschlands. Berlin. Karte Verlag Wunder.
128. Ramann, E., Bodenkunde. 3. Aufl. Berlin, J. Springer, 1911.
129. Schrepfer, H., Blüte und Erntezeit des Winter-Roggens in Deutschland. Arb. 321 der D. L.-G.
130. Wahnschaffe-Schucht, Geologie und Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 4. Aufl. 1921. Stuttgart, Engelhorn's Nachf.
131. Walter, J., Geologie von Deutschland. 3. Aufl. Leipzig, Quelle & Meyer, 1921.

V. Allgemeines Zoologisch-entomologisches

132. Bodenheimer, F. S., Die Bedeutung des Klimas für die landw. Entomologie. Zeitschr. f. angew. Entomologie 12. 1926. 91—122.
133. — — Über die für das Verbreitungsgebiet einer Art bestimmenden Faktoren. Biolog. Zentralbl. 47. 1927. 25—44.
134. Börner, C., Beiträge zur Kenntnis vom Massenwechsel schädlicher Insekten. Arb. B. R.-A. Bd. 10. 1921, 405—464.
135. Chapman, R. N., Animal ecology with especial reference to insects. Minneapolis, Burgess. Roseberry Co. 1927. 2. Ausg. 187 und 183 S.
136. Clausen, Treten die Obstkrankheiten periodisch auf. Schleswig-Holstein. Zeitschr. f. Obst- und Gartenbau 1906. 28/29.
137. Glaser, L., Die Insektenarmut der Jahre 1896/97. Zool. Garten 30. 1898. 61/64.
138. Hartzell, F. Z., A method of graphically illustrating the distribution of injury by an insect pest. Journal of Economic Entomology 11. 1918. S. 32.
139. Janisch, E., Über die Temperaturabhängigkeit biologischer Vorgänge und ihre kurvenmäßige Analyse. Sonderdruck Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie des Menschen und der Tiere. 209. Bd. 2/3. Heft August 1925.
140. — — Über das Exponentialgesetz und seine Bedeutung für die Pflanzenschutzforschung. Verh. d. dtsh. Ges. f. angew. Entomologie. 5. Mitglieder-Versammlung. Hamburg 1925. Berlin, Paul Parey, 1926
141. Klatt, B., Die wichtigsten Insektenschädigungen an Getreide während der letzten Jahre. Arb. d. L.-K. Brandenburg 1911. 57/65.
- 141a. Kleine, R., Über die Abhängigkeit des Auftretens von Oscinis frit von der Temperatur. Fortschritte d. Landwirtschaft 1. 1926. 9—11.
142. Mattfeld, J. J., Die Grundlagen und das Wesen des „Age and area“ und des „Size and Space“-Gesetzes von Willis. Eagles bot. Jahrb. Vol. 59. 1924. 183 bis 197.
143. Meyer, Paul, Der meteorologische Einfluß auf Artenverbreitung und Rassenbildung bei den Insekten. Deutsch. Entom. Zeitschr. 1909. 381—406. 1910. 13/14.
144. Payne, N. M., Measures of insect cold hardiness. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole 52. 1927. 449—457.
145. Prochnow, Oskar, Entomologie und Meteorologie. Ein Beitrag zur Biologie der Insekten. Entom. Zeitschr. Guben 19. 1905/1906. 165/66, 169/72, 178/79, 183/84, 210.
146. Sommerset, The incidence of insect attack. Gard. Chronicle 82. 1927. 208, 209.
147. Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 4. Aufl. Bd. 4. Berlin 1925. Bd. 5. Berlin, Paul Parey. 1928.
148. Watzl, O., Über die Wärmesummenregel und ihre Anwendung auf landw. Schädlinge. Fortschr. d. Landw. 2. 1927. 350—354.
149. Wilke, S., Der Insektensommer des Jahres 1924. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 4. 1924. 64.

VI. Allgemeines. Statistik.

150. Appel, O., Die Zukunft des Pflanzenschutzes in Deutschland. Angew. Botanik. Bd. 1. 1919. 4/15.
151. Blunck, H., Die Erforschung epidemischer Pflanzenkrankheiten auf Grund der Arbeiten über die Rübenfliege. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 39. 1929. Heft 1.
152. Bremer, H., Das Auftreten der Schorfkrankheit am Apfelbaum (*Fusicladium den-driticum* Fuck.) in seinen Beziehungen zum Wetter. Angew. Botanik. Bd. 6. 1924. H. 2. 77—97.
153. — — Wissenswertes aus der Arbeit in- und ausländischer Versuchsstationen und Institute. IV. Apfelschorffahr und Wetter. Deutsche Obst- und Gemüsebau-Zeitg. 1924. Nr. 12. 96/97.
154. — — Ausbaumöglichkeiten in der Pflanzenschutzstatistik. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 6. 1926. Nr. 1 und 2.
155. — — Zur Methodik epidemiologischer Untersuchungen im landw. und gärtnerischen Pflanzenschutz. Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst 6. 1926. Nr. 11.
156. — — Die Zuckerrübe und ihre Schädlinge. Rückblick und Ausblick. Zeitschr. die deutsche Zuckerindustrie 52. 1927. Nr. 19. 516.
- 156a. — — Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. f. angew. Entom. 14. 1928. Heft 2. S. 254—272.
157. Butler, E. J., Der Einfluß der meteorologischen Bedingungen auf die Pflanzenkrankheiten. Intern. Agrik.-Wiss. Rundschau N. F. 1. 1925. 406—424.
158. Dingler, M., Massenvermehrung der Insekten. Die Umschau 28. 1924. 541—545.
159. Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. 1. Band. Berlin, Paul Parey, 1914.
160. Hyslop, J. A., Statistical methods in entomology. Journ. Econ. Entom. 17. 1924. 177/180.
161. Jones, L. R., The relation of environment to disease in plants. Amerik. Journ. Bot. 11. 1924. 601—609.
162. Kleine, R., Die Bedeutung der Meteorologie für die Bekämpfung der Schadinsekten. Zeitschr. wiss. Ins. biologie 18. 1923. 328—335.
163. Lautenbach, F., Was ist die Ursache der Massenvermehrung der Insekten? Allg. Forst- und Jagdztg. 101. 1925. 446/447.
164. Morstatt, H., Schadensschätzung im Pflanzenschutz. Nach einem Vortrag. Im Druck.
165. Müller, K., Die Vorausbestimmung des Zeitpunktes zur Bekämpfung der Reben-peronospora. Zeitschr. f. Weinbau und -behandlung II. 1915. S. 3.
- 165a. Müller, K., Neue Forschungen über die Bekämpfung der Blattfallkrankheit der Reben. Jahrb. d. angew. Naturwissenschaften 33. 1927. 357.
166. Neufeld, F., Die Veränderlichkeit der Mikroorganismen in ihrer Bedeutung für die Epidemiologie. Zentralbl. Bakt. 1. Abt. 93. 1924. 81—94.
167. Schönberg, F., Gartenbau und Landwirtschaft in ihrer Beziehung zur Kenntnis des örtlichen Klimas und des Kreislaufs des Klimawechsels. Deutsche landw. Presse 51. 1924. 294/295.
168. Schwartz, M., Statistik im Pflanzenschutz. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 1. 1921. S. 3.
169. Stellwaag, F., Was erwartet die Landwirtschaft von der angewandten Entomologie? Verh. d. deutschen Ges. f. Angew. Ent. zu Frankfurt 1924. Berlin 1924.
170. Webster, R. L., Factors affecting damage to crops by insects. Journ. Econ. Entom. 17. 1924. 54—60.
171. Werth, E., Die Bedeutung der Phänologie f. d. Pflanzenschutz. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 1. 1921. 18/19.

VII. Rübenaskäfer.

172. Aadsellillens levevis og bekaempelse. Meddel. Stat. Forsgsvirk. Plantekult 92. Meddelelse Juni 1922.
173. Gegen die schwarze Larve des Askäfers. Deutsche Landw. Presse 48. 1921. 336.
174. Richtlinien für die Bekämpfung der Rübenaskäfer. Die deutsche Zuckerindustrie 52. 1927. 723/724.
175. Berlese, A., Entomologia Agraria, Firenze, Tipografia di Mariano Ricci 1924.
176. Blunck, G., Die Rübenaskäfer und ihre Bekämpfung, Mitt. d. D. L.-G. Stück 24. 1925.
177. Blunck, H., und Görnitz, Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenaskäfer (1922 ermittelt). Arbeiten B. R.-A. XII. H. 1.
178. — — Bekämpfung der Rübenaskäfer. Zentralbl. Zuckerindustrie 32. 1924. 553. Ref. Chem. Ztg. Beilage Chemisch-Technische Übersicht. 1924. Nr. 105.
179. Blunck, H., und Hähne, H., Der Stand der Rübenaskäferfrage im Jahre 1926. Sonderdruck aus Zeitschr.: „Zuckerrübenbau“. Jahrg. 1927. H. 10.
180. — — Flugblatt 92 der B. R.-A., Rübenaskäfer und ihre Bekämpfung.
181. Blunck, H., und Janisch, R., Berichte über Versuche zur Bekämpfung der Rübenaskäfer im Jahre 1923. Arb. B. R.-A. XIII. Bd. H. 5 ausgegeben 1925.
182. Bremer, H., Die Überwinterung des Rübenaskäfers *Blit. opaca* L. Anzeiger f. Schädlingkunde. III. Jahrg. 1927. H. 1. S. 1—4.
183. Burgtorf, K., Der schwarze Askäfer. Blätter f. Zuckerrübenbau 17. 1910. 182/183.
- 183a. Cholodkowsky, Lehrbuch der Entomologie. Bd. II. Petersburg 1912. (Russ.)
184. Friederichs, K., Beobachtungen über *Phosphuga atrata* L., ihre Nahrung und die einiger anderer Silphini. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie. Bd. VIII. 1912. Heft 11. 348—52.
185. Friederichs, K., Was ist „*Silpha atrata*“? Zeitschr. f. angew. Entom. 8. 1921. 182/83.
186. Guénaux, G., Entomologie et Parasitologie Agricoles. Paris, Libraire, J. B. Baillière. 1922. S. 168/169.
187. Heymons, R., und v. Lengerken, H., Die Lebensweise des Rübenaskäfers *Blitophaga opaca* L. D. L. Presse 53. 1926. 386. 9 Abb.
188. — — Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Coleopt.). Zeitschr. Morph. Ök. der Tiere Abt. A. 6. 1926. 287—332. 14 Abb.
189. — — Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Coleopt.). 2 *Phosphuga atrata* L. Zeitschr. wiss. Biol. A. 9. 1927. 271—312. 11 Abb.
190. Hollrung, M., Einige Bemerkungen über das Wachstum der Zuckerrüben während des Jahres 1905. Zeitschr. d. deutschen Zuckerindustrie 56. 1906. 446—451.
191. Hukkinen, Yrjö, Tiedonanto ja Viljelyskasveille Vahingdelisten Eläinlajien Esintymisestä Pohjois-Suomessa. Helsinki 1925. S. 156/157.
192. Jablonowski, J., Die tierischen Feinde der Zuckerrübe. 19. Aufl. Budapest 1909.
193. Janisch, R., Lebensweise und Systematik der schwarzen Blattläuse. Arb. d. B. R.-A. XIV. Heft 3. 1926.
194. Kenner, A., *Blit. opaca*, schädliche Käfer auf Gerste, Rüben und Kartoffeln in Schweden und Norwegen. Zentralanstalt. Stockholm. Flygbl. 62. 1917. Kungl. Landtbr. Akad. Handling. og Tidskr. 1917. 446—49. 2 Abb.
195. Kleine, R., Welche Askäfer-Imagines (Silph.) befressen die Rübenblätter? Nebst anderen biol. Beobachtungen. Zeitschr. f. angew. Entom. 5. 1919. 278—85. 5 Abb.
196. Kraatz, G., Über Systematik und geographische Verbreitung der Gattung *Silpha* L. und verwandter Genera. Deutsche Entom. Zeitschr. XX. 1876. H. II. 353—68.
197. Lundblad und Tuillgren, Skadedjur i Sverige Aren 1917—21.

198. Sachtleben, H., Vorkommen der Aaskäfer und des Schildkäfers im Jahre 1920. D. L. Presse 48. 1921. 187.
199. Tempel, W., Der Rübenaskäfer und seine Bekämpfung. Die kranke Pflanze 2. 1925. 141—43.
200. Tullgren, A., Skadedjur i Sverige. Åren 1912—1916. S. 39.
201. Tullgren, A. und Wahlgren, E., Svenska Insekter. Stockholm 1920—1922
202. Wachs, Die Bekämpfung des Rübenaskäfers. Das Grünland 44. 1926. 90/91. Ref. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 37. 9/10.
203. Weber, E., Das Massenaufreten der Rübenaskäfer im Deutschen Reich im Jahre 1925. Arb. B. R. A. Bd. XV. H. 2. S. 215.
204. Wilke, S., Aaskäfer und Schildkäfer an Rüben. D. L. Presse 54. 1927. 342.
- 204a. Whitehead, Ch., Reports on Insects injurious to root and certain other crops in Great Britain. London 1887. Ch. Loudon.

VIII. Zwergzikade.

205. Ellinger, T., Cicadula sexnotata, a hemipteran injurious to wheat, oats and barley in Schweden, Vort. Landbrug 37. 1918. 453/454.
206. Jungner, Die Zwergzikade und ihre Bekämpfung. Arb. 115 d. D. L.-G.
207. Junger, J. R., Über das Auftreten der Zwergzikade (*Jassus sexnotatus* Fall.) im Mai und Juni dieses Jahres in der Provinz Posen. Landw. Zentralblatt f. Posen 1901. Nr. 25, S. 213 u. 27, S. 234.
208. Melichar, L., Cicadinen von Mitteleuropa. Berlin, Felix L. Dames 1896.
209. Passon, M., Achtung — Die Zwergzikade ist wieder da! Landw. Zentralblatt f. Posen. 29. Jahrg. 1901. Nr. 22. 3. Beilage.
210. Röhrig, Über das Auftreten der Fritfliege und der Zwergzikade in der Provinz Posen. Landw. Zentralblatt f. Posen 29. 1901. 283.
211. Tullgren, A., Om dvärgstriten (*Cic. sexnot.* Fall.) och några andra ekonomiskt viktiga stritar. Medd. Centralanst. Försöksväs. jordbruksk. 287. 1925. 1—67. 34. Abb.

IX. Ackerschnecke.

212. Die Schneckenplage im Jahre 1915. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 26. 1916. 291/92.
213. Baudys, E., Die schädliche Vermehrung der Nacktschnecken auf den Feldern. Phytop. Sekt. mähr. Landesversuchsanst. Brünn. Flugbl. 201. 1922. 1 S. Ref. Centralblatt f. Bakt. II 59.
214. Beiler-Ettelbrück, Beitrag zur Bekämpfung der Ackerschnecke auf den Getreidefeldern. Die Ernährung der Pflanze. 1915. 77.
215. Benecke, W., Pflanzen- und Nacktschnecken. Flora N. F. Bd. 11/12. 1918. 450/77.
216. Frickhinger, H. W., Die Nacktschneckenplage 1916 in Nordfrankreich. Naturwissensch. Wochenschr. N. F. 18. 1919. 703/04.
217. Geyer, D., Die Weichtiere Deutschlands. Naturwissenschaftl. Wegweiser Serie A. Stuttgart, Strecker & Schröder.
218. Grimm, A. M., Die enormen heurigen Schädigungen durch die Nacktschnecken. Thür. Landbund 5. 1924. No. 88.
219. Geyer, D., Unser Heimatboden und seine Weichtierwelt. Aus der Heimat. 35. Jahrg. 1922. Heft 7/8 u. 9/10.
220. Korff, Die graue Ackerschnecke (*Limax agrestis*). Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz. 1906. S. 136.
221. Lebour, Marie V., Some feeding habits of slugs. Ann. Appl. Biol. 1. 1915. 393/95.
222. Leuchs, J. C., Vollständige Naturgeschichte der Ackerschnecke. Nürnberg 1820. 336 S.

223. Reh, L., Die Nachtschneckenplage 1916. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 27. 1917. 65—80.
224. — — Weitere Beobachtungen an Nachtschnecken. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. Bd. 30. 1920. 67—71.
225. Rörig, G., Die Ackerschnecke. Flugbl. 54. B. R. A.
226. Schirach, A. G., Natürliche Geschichte der Erd-, Feld- oder Ackerschnecken, Leipzig 1772. XXIV u. 154 S.
227. Schwartz, Über die Nachtschneckenplage 1916 in Nordfrankreich. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. 29. 1919. 81—84.
228. Theobald, A general account of Slugs and Snails injurious to farm and garden. 2. Rep. econ. Zool. London 1904. 57—64.
229. — Injurious and beneficial Slugs and Snails. Journ. Board Agr. London. Vol. 11. 1905. 594—602, 650—58.
230. Tunkel, Die graue Ackerschnecke (Aekeregelschnecke). Flugbl. 51 der Flugblattsammlung. Bonn-Poppelsdorf 1914. 3 S. 4 Abb.
231. Vohland, A., Unsere Ackerschnecke. Aus der Heimat (Stuttgart). 25. Jahrg. 1912. Nr. 3.

X. Weizenhalmfliege.

232. Ein neuer stark auftretender Getreideschädling (*Chl. taen.*). Mein Sonntagsblatt. 10. 1922. 288.
233. Die gelbe Halmfliege. Landw. Ztg. Westf. und Lippe. 81. 1924. 468.
234. Becker, Th., Bemerkungen über einige Getreideschädlinge aus der Familie der Chloropiden und ihre Schriftsteller. Deutsche Ent. Zeitschr. 1919. 241—59.
235. Bitter, H., Zur Beachtung für die Weizenaussaat (Halmfliege). Landw. Zentralwochenbl. f. Polen. 7. 1926. 466/67.
236. Blunck, H. u. Munkelt, W., Massenaufreten der gelben Halmfliege in Schleswig-Holstein. Nachrbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst. 6. 1926. S. 27.
237. Chrzanowski, A., *Chlorops taeniopus* Meig., la saison des semailles. Choroby szkodnikie rosein. Warschau 1926. 2. 44—90. R f. Centralbl. f. Bakt. II. 69. 1927. 524.
238. Cohn, F., Über *Chlorops taeniopus*. Jb. schles. Ges. vaterl. Kult. 1866. 71—79.
239. Frank, A., Beeinflussung von Weizenschädlingen durch Bestellzeit und Chilesalpeterdüngung. Arb. B. R. A. Bd. 1. S. 115.
240. Frew, H., On *Chlorops taeniopus* Meig. (The gout fly of barley), Ann. Appl. Biol. Vol. 11. 1924. 175—219.
241. Grimm, A. M., Weizenhalmfliegenbefall. Wiener landw. Ztg. 76. 1926. 331.
242. Kleine, R., Die Abhängigkeit der Getreidehalmfliege (*Chl. taen.*) von der Temperatur. Zeitschr. f. wiss. Ins. biol. 21. 1926. 91—97.
243. Kopp, A., Das Leben der Weizenhalmfliege. Fortschr. d. Landwirtsch. 1. 1926. 337/39.
244. — — Versuche über den Befall durch die Weizenhalmfliege und daraus sich ergebende Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen. Landw. Fachpresse f. d. Tschechoslowakei 5. 1927. 227.
245. Kotthoff, P., Ernteschädigung durch die gelbe Halmfliege (*Chl. taen.*) an Sommergerste. Nachrbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 4. 1924. S. 9.
246. Miczynski, K. jr., *Chlorops taeniopus* Meig. auf *Aegilops*-Arten. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 34. 1924. 108.
247. Miestinger, H., Über die Bekämpfung der Halmfliege. D. Landwirtschaft. Wien 1925. 429/30.
248. Munkelt, W., Die gelbe Halmfliege (*Chl. pum.* Bjerk.). Anz. f. Schädlingsskde. 2. 1926. 44/45.

249. Nowicki, Über die Weizenverwüsterin *Chlorops taeniopus* Meig. und die Mittel zu ihrer Bekämpfung. Wien. Verl. Kk. zool.-bot. Ges. 1871.
250. Sappok, H., Wie bekämpft man die Weizenmade. Mitt. D. L.-G. 41. 1926. Stück 31. S. 648.
251. — — Die Weizenhalmfliege. Zeitschr. L. K. Schlesien. 30. 1926. 894.
252. Schiner, Fauna Austriaca. Wien. Gerolds Sohn. 1864.
253. Schmiedeknecht, O., Massenhaftes Auftreten von Halmfliegen der Gattung *Chlorops* in Wohnungen. Kosmos. 1916. 267—69.
254. Stehli, G., Feinde der Land- und Forstwirtschaft, ihre Biologie und Bekämpfung. Heft 4, Heft 6. Kosmos. Ges. der Naturfreunde. Franckhsche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
255. Tritschler, Schädigungen durch die Weizenhalmfliege (*Chlorops taeniopus*). Ill. landw. Ztg. 41. 1921. 29.
256. Wahl, B., Die Gicht oder Podagra des Weizens und der Gerste und ihr Erreger, die Getreidehalmfliege. Flugblatt 11 der österr. Pflanzenschutzstation.
257. Wahlgren, Einar, Über *Musca pumilionis* Bjerk. Entomol. Tidskrift 1918. S. 134.
258. Willimsky, B., Die Weizenhalmfliege (*Chl. taen.*). Zeitschr. L. K. Schlesien. 30. 1926. 1092.
259. Zürcher, L., Massenansammlungen von Chloropiden. Mitt. aargauischen Naturforsch. Ges. 17. 1925. 70/79.
260. — — Beobachtungen über die durch die Sommerbrut der Getreidehalmfliege (*Chl. taen.*) verursachten Beschädigungen. Schweizer entomol. Anz. 4. 1925. 51—54.

XI. Getreideblumenfliege.

261. Schädling in der Getreidewinterung: *Hylemyia coarctata*. Landw. Wochenblatt Schlesw.-Holst. 76. 1926. 368.
262. Die Quecke und Getreideblumenfliege. Landw. Wochenbl. Schleswig-Holst. 76. 1926. 908.
263. Die Blumenfliege. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz 1909. S. 88. Ref. über Landw. Woch. Pomm. 1909. Nr. 21.
264. Bunk, H. u. Becker, J., Die Getreideblumenfliege in ihren Beziehungen zu Nässe, Bodenart und Vorfrucht. Sonderdr. aus Landw. Wochenblatt f. Prov. Schlesw.-Holstein. Jahrg. 77. 1927. Nr. 40. S. 1129—33.
265. Börner, Zur Biologie der Getreideblumenfliege. Mitt. B. R. A., Heft 4, 60/63.
266. Bürger, H., Die Getreideblumenfliege. Landw. Wochenschr. Prov. Sachsen u. Anhalt. 28. 1926. 212/13.
267. De Jong, W. H., Smalle graanvlieg (*Hylemyia coarctata* Fallén) en fritvlieg (*Oscinis frit*). Versl. Meded. Plantenziekt. Dienst Wageningen. Nr. 45. 1926. 22 S. 1 Taf.
268. Dix, W., Schädigungen der Wintersaaten durch die schmale Getreideblumenfliege. Arbeiten B. R. A. Bd. 1. 1901. 265—67.
269. Esmarch, Die Getreidefliegen. Flugbl. 18. (1921). Hptst. f. Pflanzenschutz an d. Landw. Hochsch. Bonn-Popp.
270. Frank, A., Beschädigungen des Wintergetreides durch die Getreideblumenfliege. Arbeiten B. R. A. Bd. 1: 1901. 265—67.
271. Gemmil, J. F., Wheat bulb disease (*Hylemyia coarctata*). Scott. Journ. Agric. 6. 1923. 192—96.
272. Götze, Die Getreidefliegen. Flugbl. 6. Hptst. f. Pflanzenschutz. L. K. Grenzmark. Neudruck 1928.
273. Kleine, R., Die Getreideblumenfliege *Hylemyia coarctata* Fall. Ein Beitrag zur Kenntnis ihrer Biologie und ihrer Bedeutung für die Landwirtschaft. Zeitschr. f. angew. Entom. 2. 1915. 360—389. 4 Abb. Nachtrag 3. 1916. 179.

274. Kleine, R., Die Getreideblumenfliege (*Hylemia coarctata*). Diesjährige Beobachtungen in Pommern. Zeitschr. f. angew. Entom. 4. 1918. 16—24. 1 Abb.
275. Leclercq, Nochmals: Zur Schädigung des Getreides durch die Blumenfliege. Landw. Zentrbl. f. Posen. 1914. S. 516.
276. Marchal, P., *L'Hylemyia coarctata* Fall. dans le Nord de la France. Bull. Soc. ent. France 1909. 196/97.
277. Molz, E., Die Getreideblumenfliege und deren Bekämpfung. D. L. Presse 43. 1916. 331.
278. — — Zur Biologie der Getreideblumenfliege (*Hylemyia coarctata* Fall.). Zeitschr. f. angew. Entom. 4. 1918. 325/26.
279. Morris, Note on the Wheat-Bulb-Fly (*Leptohylemyia coarctata* Fall.). Bull. Ent. Res. London 15. 1925. 359/60.
280. Petherbridge, F. R., Observations on the life-history of the Wheat-Bulb-Fly (*Hylemyia coarctata* Fall.). Journ. Agric. Sci. Cambridge 11. 1921. 99—105. 2 Taf.
281. Rörig, G., Die Sommergeneration der Blumenfliege 1911. Mitt. B. R. A. H. 11. 32.
282. Rostrup, S., Die Lebensweise der *Hylemyia coarctata* in Dänemark. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 21. 1911. 385—387.
283. — — Kornets Blomsterflue (*Hylemyia*) i Danmark 1903—1923. Kopenhagen 1924. 180. Beretning fra Statens Forsgswirksomhed i Plantekultur.
284. Schander, R., Zur Schädigung des Getreides durch Blumenfliegen (Mitt. d. Hptst. f. Pflanzenschutz in Bromberg). Landw. Zentrbl. f. Posen. Jahrg. 1914. S. 492.
285. Schulte zur Oven, Die Getreideblumenfliege. Nachrbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 3. 1923. 50.
286. Störmer, und Kleine, R., Lebensgeschichte der Getreidefliegen und Beziehungen zwischen Klima und Auftreten. Fühlings landw. Ztg. 1911. S. 682.
287. Wahl, B., Die Getreideblumenfliege. Mitt. 6 d. österr. Pflanzenschutzstation. 1914. S. 4.
288. Zimmermann, G., Blumenfliege im Wintergetreide. Ill. landw. Ztg. 40. 1920. Nr. 37/38, S. 178; Nr. 39/40, S. 190.

Kleine Mitteilungen.

Zuckerrübenschädlinge in Argentinien.

Von Dr. Ortwin Günther in Media Agua (Argentinien).

(Mit 1 Abbildung.)

Im Mai 1929 wurde zum ersten Male im Lande Rübenzucker produziert. War auch die Menge noch klein, konnte sie auch noch nicht der Rohrzuckerindustrie gefährlich werden, die in den nördlichen Provinzen eine mächtige Industrie bildet, so war doch damit der erste Schritt getan, eine neue Kultur einzuführen, die allerdings noch nicht ihre Daseinskraft unter Beweis gestellt hat. Die für eine tägliche Verarbeitung von 1000 t eingerichtete Fabrik liegt in der Provinz San Juan; im Süden am Rio Negro wird eine zweite kleinere Fabrik gebaut, die täglich 300 t verarbeiten soll. Die hier mitgeteilten Tatsachen beziehen sich auf die größere in der nördlichen Provinz, wo auch die Versuche ernster und mit größerem Erfolg gemacht sind, was wissenschaftliche Ausbeute anlangt. Immerhin ist alles nach deutschen Begriffen recht primitiv und nicht nach den Vorschriften über Versuchsanstellung. Man vergegenwärtige sich aber, daß ein und dieselbe Person die Versuche leiten, den Großanbau regeln und das ganze Personal von den Verwaltern an bis zum letzten Arbeiter in die Rübenkultur einführen mußte.

Die Provinz San Juan liegt am Fuße der Anden, von der Fabrik aus sieht man das gewaltige Haupt des schneebedeckten Aconcagua, des höchsten Berges Südamerikas. Sie liegt ungefähr zwischen dem 30. und 33. südlichen Breitengrad, der 32. Grad, auf dem der Ort liegt, entspricht dem nördlichen Breitengrad, der Jerusalem, die große Syrte und Marokko durchzieht. Agadir liegt etwas südlicher. Somit steht man wohl vor der wissenschaftlich interessanten Tatsache, daß hier zum ersten Male Rüben in fast subtropischem Klima gebaut wurden und noch werden, mit der Einschränkung, daß auf der südlichen Halbkugel die klimatischen Bedingungen ganz andere sind als im Norden. Eine auf große Exaktheit keinen Anspruch erhebende eigene meteorologische Station der Fabrik hat in dreijährigen Beobachtungen folgende Daten gesammelt, die besser den Klimacharakter veranschaulichen, als die Angabe der geographischen Breite. Nur sei noch bemerkt, daß die Provinz etwa 500 m über N.N. liegt und 1000 km von der atlantischen Küste. Kontinentalklima also im Regenschatten der Anden. Das Klima ist sonnenreich, im Winter Nachtfroste, tagsüber fast warm, im Sommer erträgliche Nächte und enorm heiße Tage. Übergänge sind schroff, so daß fast kaum von Herbst und Frühling die Rede ist.

Monat	Temperaturmittel in ° C	Sonnenschein- stunden	Niederschläge in mm
Januar	26,2	359,0	26,0
Februar	24,2	287,7	25,0
März	21,7	337,7	4,5
April	17,6	277,7	1,2
Mai	10,3	240,5	1,0
Juni	5,5	179,0	3,0
Juli	6,2	195,5	1,0
August	8,4	233,5	0,0
September	11,8	245,0	2,0
Oktober	17,2	293,5	37,0
November	21,4	333,7	4,3
Dezember	23,4	367,0	2,5
Summe	193,9	3349,0	108,3
Jahresdurchschnitt 16,1 °.			

Die Jahresdurchschnittstemperatur ist also rund 6—7° höher als in Mitteldeutschland oder Böhmen. Auch die Sonnenscheindauer um ein Vielfaches größer. Die Regenmenge von rund 100 mm, deren Hauptmenge im Sommer von Oktober bis Februar fällt, ist ganz unzureichend, die hohe Verdunstung macht einen Regen von weniger als 10 mm überhaupt illusorisch, da sofort alles wieder verdampft. Die künstliche Bewässerung ist daher die Grundlage alles Wachstums. Diese Angaben sind für das Verständnis der Lage erforderlich, die der neu einzuführende Rübenbau vorfand: es hieß sich den Umständen anzupassen und neue Formen zu suchen.

Neben den Schwierigkeiten der veränderten Umwelt waren es besonders die den Rüben drohenden Gefahren, Schädlinge und Krankheiten, die manchmal den Erfolg fast in Frage stellten. Auch heute ist die Frage nicht sicher geklärt, ob der Rübenbau auf die Dauer hier existieren kann. Hat man schon in Deutschland die Beobachtung machen können, daß in trockenen Jahren die Schäden durch tierische Feinde zunahmen, in feuchten aber die Krankheiten überwogen, so wurde damit schon wahrscheinlich gemacht, daß hier in Argentinien den tierischen Schädlingen die Hauptaufmerksamkeit zu widmen war. In der Tat stellte sich heraus, daß deren Bekämpfung die Hauptaufgabe des Pflanzenschutzes sein mußte. So will ich hier die zwei wichtigsten Schädlinge schildern.

Wo in Argentinien Landbau getrieben wird, findet sich die Alfalfa (Luzerne), die auf dem futterwüchsigen Boden des Landes ganz ausgezeichnete Erträge gibt, und zwar sowohl in Zonen, wo der natürliche Regen ausreicht als auch in den Bewässerungsgebieten. Auch in der Umgegend der neuen Fabrik fanden sich daher ziemlich ausgedehnte Alfalfafelder. Von ihnen sollte sich der Hauptfeind der Alfalfa auf die Rübenkulturen so rasch ausbreiten, daß es Augenblicke gab, in denen man der Zukunft sehr pessimistisch entgegenseh. Es ist *Colias lesbia*, hier Alfalfaraupen und -schmetterling genannt. Zur näheren Erklärung der Lebensgewohnheiten und des Aussehens bringe ich eine Übersetzung der Beschreibung, wie sie die Pflanzenschutzstelle des Landwirtschaftsministeriums veröffentlicht.

Colias lesbia F. (Alfalfaschmetterling). Unter allen Alfalfaschädlingen ist bis auf den heutigen Tag der schädlichste dieser Schmetterling, dessen Leben und Gewohnheiten dem Landwirt ziemlich bekannt sind. Die Eier sind von dunkelroter Farbe und werden gewöhnlich auf die Blattoberseite gelegt. Die Raupen schlüpfen nach 4—5 Tagen aus und sind im Anfang schwärzlich und später grünlich. Die Gefräßigkeit der Raupe ist so groß, daß sie ohne Unterschied Blätter, Stengel und Blüten frisst, wobei die Blüten am meisten leiden, so daß jegliche Samenbildung unterbunden wird. Nachdem die Raupe außerordentlich viel Schaden angerichtet hat, verpuppt sie sich auf derselben Pflanze, die ihr die Nahrung geboten hat; ihre Farbe ist dann von grünlicher Tönung. Nach etwa 10—15 Tagen schlüpft der gelblich-orangefarbene Schmetterling aus. Er fliegt niedrig, jeder Landwirt kann ihn an heißen Tagen in den Alfalfafeldern beobachten.

Es scheint, daß starke Regenfälle die Entwicklung dieser Raupe empfindlich stören, da sie wohl Krankheiten der Raupen begünstigen; deshalb machen sich auch in den künstlich bewässerten Feldern die Schäden nicht so bemerkbar.

Es gibt wenige und schlecht wirksame Bekämpfungsmittel, die man zur Vernichtung dieses Schädlings anempfehlen könnte, unter ihnen sind die folgenden am wirksamsten.

Man mäht so früh wie möglich und ganz nahe der Erde. Dann läßt man die Scheibenegge über das ganze Feld gehen, gefolgt von der Walze oder einer Zweiegge. Man muß darauf achten, alles Unkraut der Umgebung zu vernichten. Gute Resultate erzielt man, wenn man das Feld in langen Streifen abmäht, indem man immer einen um den anderen davon stehen läßt. Dann dringen die Raupen in die nicht gemähten Streifen ein, wo sie mit Bespritzen von 2—3prozent. Seifenlösungen vernichtet werden können.⁴⁴

Soweit das Auftreten des Schädlings in der Luzerne. Im ersten Rübenjahr wurde die Saatzeit der Rüben aus verschiedenen Gründen sehr spät begonnen, Mitte September, und zog sich bis in den Dezember hin. Das entspricht auf der nördlichen Halbkugel den Monaten März bis Juni. Da aber hier ein ganz anderes Klima herrscht, so ist schon

aus diesem Grunde die Verlegung der Saatzeit auf die Monate Mai bis August dringend erforderlich, ganz abgesehen von dem Befall mit dieser Raupe. Durch die frühere Saat erreicht man, daß die Rüben schon kräftig und einigermaßen ausgewachsen sind, so daß die Schäden nicht so katastrophal werden. Im ersten Jahre aber waren sie gerade aufgelaufen oder im Verhack- und Verziehstadium, als die große Raupeninvasion kam. Im Verlauf von wenigen Stunden waren Flächen, die sich auf Hektare beliefen, vollkommen kahl gefressen (s. Abb.) Da man sich nicht auf solche Schädlinge eingerichtet hatte, verging kostbare Zeit mit der Beschaffung von den Bekämpfungsmitteln und Apparaten. Man spritzte Schweinfurter Grün in Kalkmilch gelöst (1000 l Wasser, 1000 g Schweinfurter Grün, 2000 g Kalk). Die Spritzapparate waren die in den Weinpflanzungen üblichen auf dem Rücken zu tragen, mit einem Fassungsvermögen von 20 l. und die in den Obstpflanzungen üblichen fahrbaren Spritzen mit etwa 200 l Inhalt. Es ist ohne weiteres verständlich, daß diese Geräte vollkommen unbrauchbar zu dem Zweck sind, die Unkosten sind zu hoch und die Leistung gering. Daher sind allein Spezialkonstruktionen verwendbar,



Durch *Colias lesbia* F. völlig abgefressene Rüben auf einer Versuchspartzeile.
Im Vordergrund einige übriggebliebene Pflanzen.

Wagen von 2—4 m Streubreite, die mit Düsen versehen sind in Abständen der Rübenreihen. So könnte man in einem Arbeitsgang 4—8 Reihen auf einmal nehmen. Es waren eben hier entsprechende Konstruktionen nicht aufzutreiben, so daß man sich behelfen mußte.

Nun zur Wirkung. Zweifellos wurden die Raupen getötet, die auf Blättern mit dem giftigen Überzug fraßen. Aber der Nachwuchs war so groß, daß eine einzige Bespritzung nicht genügte. Im Verlauf der Vegetation sind bis zu 6 Generationen aufgetreten, die später nur deshalb nicht so großen Schaden anrichten konnten, weil die Pflanzen selbst stärker geworden sich gegen den Feind zu wehren vermochten. Je jünger die Pflanzen, um so größer war der Schaden, da die gefräßigen Raupen die Blätter radikal abfraßen. Sogar bis in das Herz der Rübe drangen sie ein und zerstörten den Vegetationspunkt, so daß die Rübe zugrunde ging. Waren die Kulturen älter, so wurden zwar die Blätter auch völlig abgefressen, aber die Pflanze hatte die Möglichkeit, neue zu bilden und sich so zu erhalten. Die Erfahrung lehrt also, daß man versuchen muß, bis zum Auftreten der Schädlinge die Rüben schon so in ihrem Wachstum zu fördern, daß sie selbst imstande sind, den Schaden wieder gut zu machen. So spart man die hohen Spritzkosten und gewinnt Zeit. Ganz abgesehen davon, daß das Klima gebieterisch eine zeitige Saat erfordert. Die Raupen treten gegen Ende Oktober auf und sind bis Februar nachweisbar.

Bis Ende Oktober sind daher die Rüben mindestens so weit zu fördern, daß sie verhackt und verzogen sind und möglichst schon ein Würzelchen von 1—2 cm Stärke gebildet haben.

Es sind schätzungsweise § 20.— (1 § = 1,80 Rm.) pro Hektar Unkosten durch die Bekämpfung entstanden, abgesehen von der Tatsache, daß mindestens 30 % aller angesäten Flächen neu bestellt werden mußten, d. h. im Oktober bis November, als schon gar keine Aussicht mehr war, bei der herrschenden Hitze einen leidlichen Aufgang zu erzielen.

Wenn auch das fast regenlose Klima für die Art der Bekämpfung in Form von Verspritzen wässeriger Lösungen ideal ist, weil darauffolgende Regengüsse den Erfolg der Arbeit nicht in Frage stellen, so muß man doch in der zeitlichen Reihenfolge von Bewässerung und „Spritzen“ Klugheit walten lassen, damit der Erfolg nicht zunichte gemacht wird. Wo irgend zugänglich, muß daher dem Bewässern unmittelbar auf dem Fuße das Bespritzen folgen, so daß das Gift bis zur nächsten Bewässerung Zeit genug hat zu wirken. Die Bewässerung wird hier in der Weise ausgeführt, daß die Felder so eingeebnet werden, daß vom Bewässerungsgraben bis zum Entwässerungskanal ein möglichst gleichmäßiges Gefälle hergestellt wird. Dann werden mit dem Pflug in der Richtung der Bewässerung Dämme gezogen, die einer vom anderen 8—12 m entfernt parallel verlaufen und gestatten, das Land in Beeten zu bewässern und so das Wasser zwingen, nur in dem zugewiesenen Beet bis zum Entwässerungskanal zu laufen, wo es abfließt. Bei der Höhe der Dämme und je nach Gefälle des Landes kann man mit einer Überflutung in der Höhe von 10 cm etwa rechnen, eine Wasserhöhe, die sämtliche Blätter vollkommen reinzuwaschen in der Lage ist. Außerdem ist die Wassermenge mindestens einem Regen von 80—100 mm entsprechend, was zur Genüge erklärt, daß man genau auf die Beziehung zwischen Bewässerung und Spritzen achten muß.

* * *

Fast gleichzeitig tritt ein anderer Schädling in den Rüben auf, der durch Fraß an den Blättern Verheerungen anrichtet. *Epicauta adspersa* Klug. In spanischer Übersetzung der graue Käfer. Es folgt wieder die Beschreibung des Landwirtschaftsministeriums über das Insekt, das, wie wir sehen werden, sonst Tomaten, Spinat, Mangold befällt.

„*Epicauta adspersa* Klug. Die Wirtspflanzen dieses Parasiten sind neben der Kartoffel in der Hauptsache Tomate, Spinat, Mangold und viele andere.

Nachdem das Weibchen befruchtet ist, was meistens im Januar geschieht, legt es seine Eier in die Bodenspalten, Löcher und unter Erdklumpen. Die Zahl der Eier schwankt zwischen 120 und 150. Sie sind weißgelblich und etwa 1 mm lang. Das herangewachsene Insekt ist 13—16 mm lang, sein Körper konisch. Seine Farbe ist schwarz, aber da es von einem grau-gelblichen feinen Haarkleid bedeckt ist, hat es den Namen „grauer Käfer“ erhalten.“

Im allgemeinen beobachtet man den Parasiten im ausgewachsenen Stadium von Mitte Oktober bis Ende Januar, weshalb die Kartoffelfelder der ersten Ernte, die spät gesät sind, am meisten gefährdet werden.“

Als Bekämpfungsmittel werden Bestäubungen oder Bespritzungen mit arsenialkalischen Produkten vorgeschlagen. Es wird nur noch erwähnt, daß man nur solche Pflanzen nicht mit diesen Mitteln bespritzen oder bestäuben darf, deren Blätter zum menschlichen Genuß bestimmt sind. Wie weit die von uns ausgeführten Behandlungen den Rübenblättern ihren giftigen Überzug bis zur Ernte bewahrt haben, ist nicht untersucht, da hier durch Fütterung mit Kraut keine Versuche angestellt sind.

In den Rüben trat das Insekt etwa auch im Oktober auf, machte aber bei weitem nicht die Schäden wie die obige Raupe, immerhin war es nötig, mit Arsenmitteln zu spritzen, wobei dann gleich gegen beide Schädlinge vorgegangen wurde. Die Schäden, die durch *Epicauta* verursacht wurden, bestanden darin, daß die Blätter bis auf die Blattnerven abgefressen wurden. Die Tiere fliegen niedrig und faul, so daß sie sich leicht mit der Hand fangen lassen. Sie treten mehr nesterweise auf, werden durch Hacken sowie jede andere Bearbeitung gestört. Im Gegensatz dazu steht die Raupe von *Colias*,

die, einmal in einen Plan eingedrungen, diesen radikal abfrisst, sich äußerst schnell von Pflanze zu Pflanze auch über den Erdboden bewegt und bei Störung sich fallen läßt.

Beide Schädlinge haben sich überraschend schnell an die neue Nahrung gewöhnt, es ist nicht schwer zu vermuten, daß sich beide als dauernde Feinde des argentinischen Zuckerrübenbaus bemerkbar machen werden. Da *Epicauta* fliegen kann, ist die Bekämpfung durch die Bewässerung selbst aussichtslos, während bei der Raupe von *Colias* gewisse Erfolge erzielt wurden. Nur ist bei der strengen Verteilung des Wassers keine Möglichkeit, dieses Mittel in gewünschtem Umfange zu gebrauchen.

Parasitäre Krankheiten von Mehlmottenlarven.

In zwei äußerst anregenden Arbeiten: „Parasitäre Krankheiten der Mehlmottenlarven und Versuche über ihre Verwendbarkeit als biologische Bekämpfungsmittel“¹⁾ und „Über den Entwicklungsgang der Microsporidie *Thelohania ephestiae* und die von ihr hervorgerufenen Krankheitserscheinungen“²⁾ beschäftigt sich O. Mattes in äußerst eingehender Weise mit den durch Kleinlebewesen hervorgerufenen Krankheitserscheinungen der Mehlmottenlarven.

Die Untersuchungen Berliners überprüfend wird festgestellt, daß für die typische Schlafsucht der Mehlmottenraupen der *Bacillus thuringensis* Berliner als der alleinige Erreger anzusprechen ist. Daneben treten noch andere pathogene Mikroorganismen auf.

Äußerlich läßt sich erst in vorgeschrittenen Stadien die Schlafsucht im Verhalten der Larven feststellen. Ähnlich wie vor der Verpuppung beginnen die Larven unruhig umherzuwandern und schließlich an einer Stelle sitzen bleibend, versuchen sie sich einzuspinnen, was jedoch bei dem schnellen Verlauf der Krankheit nicht mehr gelingt. Der bei der gesunden Larve pralle Körper wird auffallend schlaff. Nach diesem Symptom hat die Krankheit auch ihren Namen erhalten. — Mit fortschreitender Erkrankung wird die Reaktion auf Berührungsreize immer schwächer. Nach dem Tode, oft jedoch auch schon vor diesem, treten bräunliche bis schwarze Verfärbungen auf und zwar zuerst am Vorder- und Hinterende. Allmählich wird die immer mehr und mehr in sich zusammensinkende Leiche allgemein braun oder schwarz und trocknet schließlich zu einer zu Staub zerreibbaren Mumie ein.

Ausführlich hat Mattes die inneren Krankheitserscheinungen bearbeitet, über diese lagen bisher keine genaueren Angaben vor. Noch bevor sich die äußeren Merkmale der Erkrankung an der Larve einstellen, und diese von einem gesunden Tier noch nicht zu unterscheiden ist, lassen sich schon die Bakterien in der Blutflüssigkeit in großer Zahl nachweisen.³⁾

Die Infektion erfolgt durch den Mund. Die Keimung der Sporen dürfte zum Großteil im vorderen Teil des Mitteldarmes vor sich gehen. Die gekeimten Stäbchen, die nach wenigen Stunden im Mitteldarm nachzuweisen sind, verändern die chemische Beschaffenheit des Darminhaltes, wodurch eine Schädigung des Darmepithels bedingt wird. Die Bakterien dringen meist im vorderen Teil des Mitteldarmes zwischen den

¹⁾ Sitzungsber. d. Ges. z. Beförderung d. ges. Naturwissenschaften zu Marburg. 1927. 63. Bd. H. 12. S. 381—417.

²⁾ Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 132. Bd. 1928. S. 526—582.

³⁾ Um die Bakterien in Darm und Blutflüssigkeit gut nachweisen zu können, wurde mit Erfolg folgende Präparationsart angewendet: Larven zunächst mit heißer Konservierungsflüssigkeit übergießen, nach 15 Minuten anschneiden, darnach noch einige Stunden in der Flüssigkeit belassen. Überführung durch die einzelnen Flüssigkeiten langsam. Beste Ergebnisse zeitigten: Zenkersche Lösung, Zenker Formol und Sublimatalkohol. Machträglich zur Chitinerweichung mitunter Diaphanol. Günstigste Schnittfärbung: Eisenhämatoxylin nach Heidenhain.

Zellen des Darmepithels ein (nie aber in die Epithelzellen selbst) und gelangen zwischen den Zellen der Darmkrypten und zwischen den Muskel- und Bindegewebszellen hindurch in die Blutflüssigkeit. Unter den hier günstigen Lebensbedingungen geht die Vermehrung nun noch bedeutend rascher als im Darm von statten. Die Durchwanderung aus dem Darm in die Blutflüssigkeit währt relativ kurze Zeit (wenn die Vermehrung im Darm einen gewissen Höhepunkt erreicht hat). Der Darm selbst wird selten zerstört, er findet sich wenn auch krankhaft verändert, auch noch in der toten Larve vor.

Die sichtbare Schädigung der Organe erfolgt erst, nachdem das Blut mit zahlreichen vegetativen Bakterien durchsetzt ist. Die Erkrankung wird nun auch äußerlich wahrnehmbar: es tritt das „Schlaffwerden“ auf. Diese Erscheinung des Schlaffwerdens wird auf eine übergroße Wasserabgabe infolge Schädigung der Hypodermis und der Kutikula zurückgeführt. Die krankhafte Veränderung der inneren Organe macht sich zuerst an der Oberfläche, also dort wo sie mit der krankhaft veränderten Blutflüssigkeit in Berührung stehen, bemerkbar. Enzymwirkung. (Durch die Stoffwechselprodukte der Bakterien dürfte auch der Aziditätsgrad der Blutflüssigkeit einschneidend geändert werden. Es bleibt daher nur der Säure- und wohl auch ba-festere Darm erhalten. D. Ref.) Zunächst verfällt der Fettkörper der Auflösung, dann die Muskulatur, am längsten widerstehen die Spindrüschenschläuche und das Nervensystem. Gehirn und Bauchmark dürften erst nach dem Tode infiziert werden. Schließlich wird der ganze Inhalt der Larve in eine dunkelbraune Flüssigkeit verwandelt die immer zähflüssiger wird: endlich bleibt eine schwarzbraune Mumie zurück. Die Sporenbildung erfolgt zum Großteil während des Austrocknungsprozesses, nur im Darmkanal setzt sie schon früher ein.

Auf den gebräuchlichsten Nährböden läßt sich *Bacillus thuringensis* leicht züchten. Günstige Ergebnisse zeitigte die Kultur auf Glycerinagar. Die optimalen Temperaturen für die Zucht liegen zwischen 25 und 35° C.

Im IV. Abschnitt der erstgenannten Arbeit werden Zytologie und Formwechsel des *Bacillus thuringensis* behandelt, dieser interessante Teil der Arbeit, auf den hier nicht näher eingegangen werden kann, ist an Hand sehr guter Tafelabbildungen erläutert. Die reife Spore ist gleichartig oval, stark lichtbrechend. Die vegetativen Stäbchen sind peritrich bewimpert.

Künstliche Infektionsversuche führen bei allen Larvenstadien leicht zum Erfolg, vorausgesetzt, daß die Larven hiezu aus dem Gespinst herausgenommen werden. Der größte Hundertsatz infizierter Larven starb ab, wenn die Mundteile der Larven mit Sporenaufschwemmungen aus Reinkulturen bestrichen wurden. Obwohl die Herstellung großer Sporen Mengen leicht durchführbar ist, durch Abkochen des zur Impfung benutzten Sporenmaterials Mischkulturen fast vermieden werden können, und große Mengen von Sporen auch jederzeit verfügbar zu halten sind, kann *Bacillus thuringensis* doch nicht in großzügiger Weise zur praktischen biologischen Bekämpfung herangezogen werden. Praktische Versuche in dieser Richtung unter natürlichen Verhältnissen waren nicht von Erfolg begleitet. Die Ursache liegt einerseits darin, daß unter natürlichen Verhältnissen die filzartigen Gespinstmassen für die Bakteriosporen undurchlässig sind, andererseits finden die Larven innerhalb der (z. B. in Mühlen) ganz mit Mehl durchsetzten Gespinste hinreichend Nahrung, sind also nicht gezwungen die Gespinste zu verlassen. Nur jener Teil der Larven der sich nahe der Gespinstoberfläche befindet oder solche die an der Außenseite Nahrung suchend hiebei Sporen aufnehmen und infiziert wurden, starben ab. Bei Anwendung in der praktischen biologischen Bekämpfung wird daher nur ein geringer Hundertsatz der Larven infiziert und abgetötet. Eine Ansteckung von Tier zu Tier ist gleichfalls außerordentlich selten, weil die infizierten Larven meist sehr unruhig umherkriechen und ihre Gespinste verlassen oder, wenn sie innerhalb des Gespinstes absterben, sich vorher in einem kokonartigen Gespinst (ähnlich wie vor der Verpuppung) einspinnen. Trotz der hohen Virulenz ihres Erregers ist daher die Schlaffsucht unter natürlichen Verhältnissen nur schwach verbreitet. Der Verfasser gibt der Meinung Ausdruck, daß auch bei fortschreitender Verbesserung der Methode doch der Kampf unter Einsetzung chemischer Mittel aussichtsreicher bleibt.

Außer dem Erreger der Schlafsucht beobachtete und bearbeitete Mattes noch andere Kleinlebewesen, die allein oder gleichzeitig mit *Bacillus thuringensis* auftraten.

Bacillus agilis n. sp. wird unter ganz bestimmten, für die Larve abträglichen Verhältnissen pathogen, kommt daher für die praktische Bekämpfung nicht in Frage. Die Übertragung erfolgt per os. Die äußeren Erscheinungen sind nicht so auffallend wie bei der Schlafsucht. Nach dem Tod tritt in der Regel allgemeine Braunfärbung auf. Häufig sind Mischinfektionen mit *Bacillus thuringensis*.

Micrococcus ephestiae n. sp. ist nichtpathogener Darmbewohner, eine Kokkenart mit ziemlich dicker gallertartiger Membran.

Eine neue *Schizogregarinen*art (die *Ophryocystis mesnili*, die in den Malpighischen Gefäßen von *Tenebrioniden* lebt, ähnlich und nahestehend ist) befällt in erster Linie den Fettkörper der Larven. Die hier auftretenden freien Sporoziten bedürfen zur weiteren Entwicklung höchstwahrscheinlich eines Zwischenwirtes. Mattes vermutet dieses unbekannten Zwischenwirt in den Schlupfwespen, welcher die Mehlmottenlarven für ihre Brut und auch zur Nahrungsaufnahme anstechen.

Eine neue Microsporidienart *Thelohania ephestiae* n. sp. bewohnt gleichfalls den Fettkörper der Mehlmottenlarven. Dieser, bereits in der ersten vorn zitierten Arbeit kurz besprochenen Art, ist die zweite Arbeit, die gleichfalls mit guten Bildern versehen ist, zur Gänze gewidmet. Nach Beschreibung des Materials und der Untersuchungsweise — wo sich zahlreiche wertvolle Hinweise finden — wird auf die äußerst interessanten Einzelheiten eingegangen.

Äußere typische Krankheitserscheinungen treten bei *Thelohania ephestiae* nicht auf. Auf ein Stadium großer Unruhe folgt ein solches geringster Reaktion auf äußere Reize. Schließlich macht sich ein Zusammenschrumpfen bemerkbar, welches an Stellen, wo der Fettkörper besonders starken Befall aufweist, auffallend intensiv ist.

Thelohania ephestiae ist typischer Fettkörperparasit, ausnahmsweise ist auch ein Auftreten im Bindegewebe, dann zwischen Mitteldarmepithel und Darmmuskularis, endlich auch noch in den unteren Schlundganglien zu verzeichnen. Auf das Wirtstier selbst scheint im allgemeinen nur ein geringer Einfluß ausgeübt zu werden.

Bei den Larven, in denen der Krankheitsfortschritt zu einem endgültigen oder vorübergehenden Stillstand gelangte, lassen sich zwei Fälle unterscheiden. Fall 1: Hier ist das Fettgewebe völlig aufgebraucht und durch Sporenerde ersetzt, und Fall 2: Bei dem die Fettkörperlappen teilweise von mehr oder weniger umfangreichen Sporenherden erfüllt sind. Nach Mattes dürfte die Ursache dieser zwei Formen in der verschiedenen Disposition der Larven und auch in dem jeweiligen Ausbildungsgrad des Fettkörpers und der damit in Einklang stehenden Widerstandskraft des Wirtes gegen den Parasiten zu suchen sein. Histologische Untersuchungen bei Fall 2 lassen auf eine Abwehraktion des Wirtskörpers schließen, obzwar es nicht zu Cystenhüllen kommt. Es treten Entzündungsähnliche Erscheinungen am Rand der Herde auf, die eine Weiterausbreitung des Parasiten verhindern können. Die dadurch eingeleitete Sporogonie nimmt im Inneren der Herde¹⁾ den für *Thelohania* normalen Verlauf (es gehen 8 Sporen aus einem Sporonten hervor), in den Randbezirken geht aber eine direkte Umwandlung des jungen Sporonten in eine Spore vor sich.

Diffuse Infiltrationen treten mitunter auf, sie gehen auf bereits vorhandene Herde zurück. Sekundäre Infektion, Autoinfektion. Es treten bindegewebsartig veränderte Fettgewebe auf. Das Eindringen junger Amöboidekeime die aus reifen Sporen alter Herde stammen, muß in junge im Wachstum befindliche Fettkörperteile stattgefunden haben.

Während des Larvenlebens ist die pathologische Wirkung auf das Wirtstier, wenn es sich nicht um besonders starke Infektionen handelt, sehr gering. Wenn nicht vorher letaler Ausgang erfolgte, tritt eine einschneidende Schädigung erst während der Metamorphose

¹⁾ Mattes hält an der Bezeichnung „Herd“ fest, da es nicht zur Bildung einer Hüllschicht, bezw. Zystenwand kommt.

(wo ja der Fettkörper eine große Rolle spielt) ein: es treten Kümmerformen auf. Auch in normalen Imagines finden sich mitunter Sporen, die von schwachen Infektionen herühren dürften. Doch kommt es aber bei infizierten Larven meist nicht mehr zur Ausbildung der Imagines.

Im zweiten Teil der Arbeit wird der Bau und Entwicklungsgang von *Thelohania ephistae* eingehend behandelt, zahlreiche gute Abbildungen unterstützen den Text. Auf diesen anregenden Teil der Arbeit einzugehen, würde zu weit führen.

Die Infektionsweise, die Art wie die Infektionsstadien in einen neuen Wirt gelangen, ist noch ungeklärt. Mattes vermutet, daß die Primärinfektion vielleicht nicht durch den Darm, sondern möglicherweise durch den Stich von Schlupfwespen erfolgt. Künstliche Infektionsversuche zeitigten kein positives Ergebnis.

Im Gegensatz zu *Plistophora schubergi*, dem nach Zwölfer praktische Bedeutung zukommt, kommt *Thelohania ephistae* für Zwecke biologischer Bekämpfung schon allein mit Rücksicht auf die Undurchführbarkeit künstlicher Infektion nicht in Frage.

Dr. Erwin Schimitschek, Wien.

Ptinus raptor Str. als Schädling im Bienenstock.

Von K. Braßler, Berlin.

(Mit 2 Abbildungen.)

Die Frage, die Cornel Schmitt im „Kosmos“ 1929, Heft 2 stellt, ob es möglich sei, daß Diebskäfer bei Bienen usw. schmarotzen, ist nach den neueren Erfahrungen zu bejahen. Schmitt fand im Nest der Mauerbiene (*Osmia rufa*) gewöhnliche Diebskäfer (*Ptinus fur*), die vermutlich den von den Bienen eingetragenen Pollen und produzierten Honig fraßen und auch die Puppen angebohrt hatten, so daß die Brut eingehen mußte. Aber schon viele Jahre vorher (1915) hat Bartels in der „Neue Bienenzeitung“, 15. Jahrg., über Zerstörungen im Pollen der Zellen von Honigbienen (*Apis mellifica*) berichtet und als Urheber dieser Schädigungen die Larven von *Ptinus fur* vermutet. Und in der Tat wurde in der Zwischenzeit wiederholt sowohl die Larve als auch die Imago von *Ptinus fur* als Schädling im Bienenstock festgestellt, nicht selten in Gesellschaft des Speckkäfers (*Dermestes lardarius*). Beide haben es wohl nur oder in erster Linie auf den Pollen abgesehen, wobei sie allerdings auf der Suche nach demselben auch den Wabenbau zerstören. Der Schaden hat gewisse Ähnlichkeit mit demjenigen, der von den Raupen der Wachsmotten angerichtet wird und Sklenar sagt wohl nicht mit Unrecht, daß die genannten Käfer wohl weit häufiger in Bienenstöcken vorkommen, als von den Imkern gemeinlich angenommen wird, weil sie zum wenigsten diese Tiere kennen und das, was diese auf dem Gewissen haben, einfach der Rankenmade zuschreiben.

Nun hat Arnhart im Sommer 1927 einen weiteren Käfer aus der Gattung *Ptinus* als Schädling der Bienenzucht beobachtet. Es handelt sich um den „Räuber-Bohrkäfer“ (*Ptinus* [*Cyphoderes*] *raptor* Sturm = *Pt. bidens* Kiesw. non Oliv.) Dieser ist von *Pt. fur* dadurch unterschieden, daß sowohl Männchen wie Weibchen auf dem Halsschild je 2 hellgelbe Haar-Tomentpolster besitzen, welche die nebeneinander befindlichen Höcker des Halsschildes krönen (Abb. 1). Sonst sind sie in Farbe und Zeichnung von dem Laien kaum von *fur* zu trennen, zumal auch bei *raptor* genau derselbe sexuelle Dimorphismus in Erscheinung tritt wie bei *fur*. Das Männchen ist länger und schlanker gebaut als das Weibchen. Die Behaarung der Flügeldecken des Weibchens ist etwas abstehend, während beim Männchen die Haare anliegen. Die Tomentpolster, etwas länger als breit, sind beim Weibchen größer und setzen sich wulstartig zum Kopfe hin fort. Zwischen den Tomentpolstern befindet sich eine deutlich sichtbare, am Grunde geglättete Längsfurche, welche beim Männchen nahezu den Vorderrand des Halsschildes erreicht, beim Weibchen hingegen kürzer, dafür aber breiter ist. Die Seiten des Halsschildes tragen auffallende, ohren-

förmige Haarbüschel, die beim Weibchen mehr hervortreten als beim Männchen (Abb. 2). Die Größe der Tiere schwankt zwischen 3—4 mm; das Weibchen ist, wie schon erwähnt, kleiner und gedrungener. Bezüglich des Vorkommens sind die Angaben in den verschiedenen Faunenwerken ziemlich einheitlich: In alten Magazinen, Ställen (an den Wänden) und ähnlichen, dumpfen, des Lichts und der Sonne mangelnden Örtlichkeiten. „Nicht selten.“

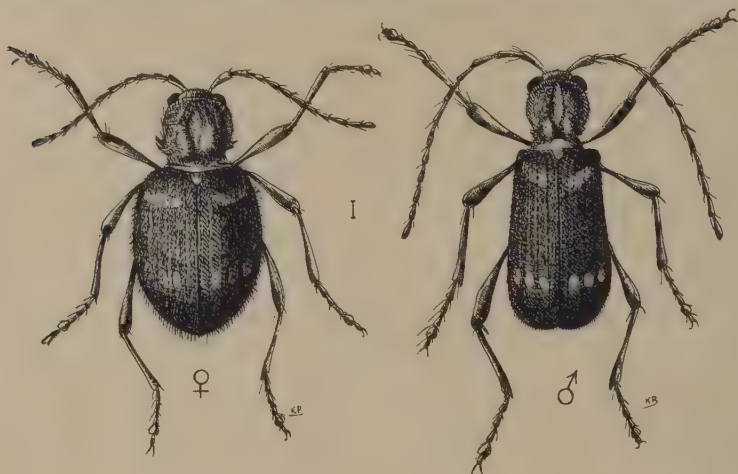


Abb. 1.

Die Larven gleichen in ihrem Habitus den Larven des Diebskäfers. Sie haben gerade in einer Bienenzelle Platz. Da sie aber unmöglich von dem Inhalt einer Zelle leben können, müssen sie sich auf Wanderschaft begeben. Dabei durchbeißen sie das Wabenwachs, zerstören die Mittelwände und machen auch vor dem Einwickelpapier nicht halt, wenn die Waben zum Zwecke späteren Gebrauchs vom Imker verpackt worden sind, ohne daß er die Zellen auf das etwaige Vorhandensein von Schädlingen geprüft hat. Hat die Larve ihren Fraß beendet, dann beschließt sie ihr Dasein in einer Zelle. Die Nymphe füllt den Zellenraum fast vollständig aus.

Der Schaden, welcher von der Larve des Räuber-Bohrkäfers angerichtet wird, besteht einmal darin, daß den Bienen die Pollennahrung weggenommen wird und die Bienenbrut verhungert oder erstickt, weiterhin darin, daß der Nestbau durchlöchert und zer-



Abb. 2.

nagt wird. Die Bienen können nicht ordnungsgemäß bauen, die im Zentrum des Stocks befindliche Brutkugel wird empfindlich gestört. Bei der Gefräßigkeit der Käferlarven kann — es braucht dazu nicht einmal ein erheblicher Befall vorliegen — im Laufe der Sommerperiode der ganze Stock vermistet und das Bienenvolk zum Aussterben gebracht werden. Die Bohrgänge der Larven durch den Wabenbau sind unregelmäßig. Der Pollen wird, soweit er nicht zur Nahrung der Schmarotzer dient, unbrauchbar für die Bienen.

auch dann, wenn die Larve entfernt worden ist. Er wird hart, bröckelig und ist mit Larvenkot stark vermengt.

Über die Biologie von *Pinus raptor* liegen genaue Angaben bis jetzt nicht vor. Seine Bekämpfung im Bienenstock dürfte jedenfalls mit den gegen den Speckkäfer üblichen Methoden restlos gelingen.

Literatur.

- Arnhart, Ludwig, Der Räuber-Bohrkäfer (*Pinus raptor* Str.), ein Pollenzerstörer. Neue Bienenzeitung. Nr. 6. S. 159—160. 1929.
 Bartels, Ludwig, Neue Bienenzeitung. Jahrg. XIV.
 Krancher, O., Biene und Bienenzucht. S. 70. Leipzig 1927.
 Kuhnt, P., Illustrierte Bestimmungstabellen der Käfer Deutschlands. Stuttgart 1912.
 Reitter, E., Fauna Germanica. Bd. III. S. 325. 1911.
 Schmitt, Cornel, Der Diebskäfer als Schmarotzer? Kosmos. H. 2. S. 72. 1929.
 Sklenar, Guido, Mein Bienenmütterchen. 2. Aufl. S. 123. 1926.

Gedanken anlässlich der Hausbockkampagne in Dänemark.

Von Dr. W. Deckert in Hamburg.

(Aus dem Hygienischen Staatsinstitut).

In den letzten Jahren ist man, zuerst in Dänemark dann aber auch in Deutschland dazu übergegangen, den Hausbock (*Hylotrupes bajulus*) mit Blausäure zu bekämpfen. (Siehe meine Berichte über die in Dänemark angestellten praktischen Versuche zur Bekämpfung des Hausbocks mit Blausäure und deren Ergebnis. Technisches Gemeindeblatt 1928 Jahrg. 30, Nr. 22 und Jahrg 31, Nr. 17.)

Während man in Deutschland nur von vereinzelten Versuchen sprechen kann, sind in Dänemark Hausbockdurchgasungen mit Blausäure fast alltägliches Ereignis geworden. Ich bin in der Lage, eine Liste derjenigen Gebäude in Dänemark zu veröffentlichen, deren Dachboden allein in den Monaten Juni, Juli, August dieses Jahres mit Blausäure gegen den Hausbock durchgast wurden. Es sind dies:

Rathaus in Odense	3000 m ³
Kirche in Frederiksberg	1300 „
Kirche in Holbaek	1800 „
Akademie in Sorö (3 Gebäude)	1450 „
Seekadettenschule in Kopenhagen	1600 „
Erziehungsanstalt in Kopenhagen	2000 „
Schule in Slarup	650 „
Schule in Kallundborg	450 „
Gelehrtenschule in Herlufsholm	5500 „
5 Schulen in Roskilde	3800 „
Terrakottafabrik in Kopenhagen	800 „
Lagerhaus in Kopenhagen	2000 „
Tuchfabrik in Hörsholm	1900 „
Garage in Gentofte	100 „
Papierfabrik in Nästved	2400 „
Krankenhaus in Nästved (3 Gebäude)	4500 „
Stift in Ballerup	250 „
Apotheke in Lyngby	400 „
Bahnhof in Ginstrup	450 „
17 Privatvillen	5900 „

Zusammen über 50 Gebäude mit 40250 m³

Bei diesen Durchgasungen wurden rund 1200 kg Blausäure in Form von Zyklon B verbraucht.

Bei Betrachtung dieser Liste drängt sich die Frage auf: wie kommt es, daß die Hausbockdurchgasungen in Dänemark so schnell populär geworden sind, während man in Deutschland scheinbar weniger großes Interesse für diese Frage zeigt.

Zunächst könnte man meinen, daß Dänemark in der Hausbockplage in ganz ungewöhnlichem Maße befallen wäre. Das ist nach meinen persönlichen Beobachtungen durchaus nicht der Fall; zum mindesten dürfte in Norddeutschland das Vorkommen des Hausbocks ebenso verbreitet sein, wie im benachbarten Dänemark. Auch die aus Lübeck vorliegenden Nachrichten über die dortigen Hausbockschäden sprechen hierfür. — Zweitens könnte man vielleicht daran denken, daß Deutschlands Verarmung die Ursache dafür sei, daß die Kosten für derartige Schädlingsbekämpfungszwecke gescheut würden. Aber auch hier besteht kein großer Unterschied zwischen Deutschland und Dänemark. Dänemark ist absolut kein reiches Land, und Einkommen und Lebensstandard der verschiedenen Stände in Dänemark unterscheidet sich kaum von den entsprechenden Verhältnissen in Deutschland. Wenn dennoch es erwiesen wäre, daß auf dem Gebiet der Schädlingsbekämpfung in Deutschland ganz allgemein mehr gespart wird, so würde dieses lediglich heißen, daß die Einstellung zur Schädlingsbekämpfung (als einer Notwendigkeit und nicht als Luxus) in Dänemark fortgeschrittener wäre. Aber auch dieses trifft nicht zu. Ich glaube vielmehr die aufgeworfene Frage anders beantworten zu müssen.

Dänemark ist ein kleines Land, so klein, daß die Rubrik „Lokales“ in den 3 bis 4 Haupttageszeitungen, die fast jeder im Lande liest, nicht nur einen kleinen Teil des Landes, sondern das ganze Land umfassen. In Dänemark geschieht nichts Außergewöhnliches, das nicht schon am folgenden Tag jeder im Lande wüßte. — Dänemark ist ferner so klein, daß es in der Regel für jedes etwas abseits gelegene Forschungsgebiet nur einen Sachverständigen hat. Wenn dieser Sachverständige etwas will, dann hat er auch mit Hilfe der wenigen Landeszeitungen sofort das Ohr des ganzen Landes. Und da er der einzige Sachverständige ist, und kein anderer da ist, der diese oder jene Kleinigkeit anders beurteilt und es deshalb für nötig hält, seine abweichende Meinung ebenfalls möglichst populär zu machen, so wird eben das Publikum auch nicht irre gemacht und gibt sich getrost dem Wissen und dem Rate des einzigen Sachverständigen hin.

Die Antwort auf die gestellte Frage lautet also: zweierlei Faktoren erschweren in Deutschland gar zu leicht ein energisches Vorwärtkommen auf dem Gebiete der Schädlingsbekämpfung. (Was hier von der Hausbockbekämpfung mit Blausäure gesagt wurde, sollte lediglich als typisches Beispiel gelten). 1. Die Schwierigkeit, wissenschaftlich erkannte Notwendigkeiten schnell und direkt dem Publikum zu vermitteln. 2. Die Schwierigkeit, die in allen Nuancen schillernden gewiß wissenschaftlich begründeten Meinungen vieler Sachverständiger über denselben Gegenstand zu einem für die Praxis notwendigen Kompromißstandpunkt zu vereinen, der der Öffentlichkeit gegenüber als der zur Zeit allein maßgebliche zu vertreten ist. Ständen in Dänemark der Öffentlichkeit zur Beratung in Fragen der Hausbockbekämpfung statt nur einer, zwei Stellen zur Verfügung, so hätte sich in Auskünften dieser Stellen sicherlich eine verschiedene Auffassung, über die Notwendigkeit der Hausbockbekämpfung, über die anzuwendenden Mittel, usw. geltend gemacht — mit dem Erfolg, daß die praktisch interessierten Kreise sich lieber erst einmal abwartend verhalten hätten. Abwartende Haltung bietet freilich dem Interessenten zuweilen den Vorzug, möglichen Fehlschlägen aus dem Wege zu gehen. Für den Fortschritt im ganzen ist jedoch die abwartende Haltung, die Passivität der Interessierten niemals ein Vorzug. Darum gilt es alles zu vermeiden, was die Aktivität der an der Schädlingsbekämpfung praktisch interessierten Kreise hemmt.

Der Australische Diebskäfer (*Ptinus tectus* Boield.) als Paprikaschädling.

Von H. v. Lengerken, Berlin.

(Mit 1 Abbildung.)

Es ist bekannt, daß einige Vertreter der Familie der *Ptinidae* ihre Entwicklung in scharfen Gewürzen durchlaufen. Offenbar haben die spezifischen chemischen Eigenschaften dieser Gewürze keinerlei Einfluß auf die Physiologie der Larven und Käfer. Ein nicht allzu häufiger *Ptinide*, das kleine *Gabbiium psylloides* Czemp., lebt in Indien an Cayennepfeffer, und der Kosmopolit *Ptinus fur* L. ist schon seit langer Zeit als gelegentlicher Bewohner des roten Pfeffers bekannt, so gibt u. a. auch Zacher (Die Vorrats-, Speicher-



Paprikapulver von *Ptinus tectus* Boield. befallen. Die Paprikapartikel sind teilweise (oben links) verklumpt. Kokons des Käfers bedecken die Oberfläche. (Nach der Natur aufgenommen.)

und Materialschädlinge, Berlin 1927, S. 110) eine photographische Abbildung von Paprikapulver, das vom Diebskäfer befallen ist. In Ergänzung zu meiner Arbeit „Zur Biologie und Schadwirkung von *Ptinus tectus* Boield.“ in dieser Zeitschrift, 1929, S. 450, möchte ich mitteilen, daß auch *Ptinus tectus* Boield., der Australische Diebskäfer, seine ganze Entwicklung vom Ei bis zur Imago in pulverisiertem Paprika zurücklegen kann. Vom Botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin wurde mir Paprikapulver übergeben, in dem Anfang März zahlreiche Imagines von *Ptinus tectus* Boield. in frischgeschlüpftem Zustand vorhanden waren. Das Pulver hatte sich in einer gutschließenden Blechbüchse befunden und war für Küchenzwecke bestimmt. Die Paprikapartikel waren, wie die obenstehende Abbildung zeigt, zum Teil durch die Tätigkeit der Schädlinge verklumpt. Zahlreiche Kokons — siehe gleichfalls obenstehende Abbildung — befanden sich völlig mit Paprika eingestäubt und daher schön rot gefärbt an der Oberfläche des Pulvers und teilweise an den Wänden des Gefäßes. Die Büchse war in einer geheizten Küche aufbewahrt worden. Infolgedessen erwiesen sich Anfang März sämtliche Kokons als von den Käfern bereits verlassen.

Massenauftreten von Holzläusen.

Vor einigen Jahren habe ich in dieser Zeitschrift (Bd. X, S. 469) von einem Massenauftreten von *Pinus fur* L. in einem Landhause in Marquartstein (Oberbayern) berichtet. Damals hatte ich einen längeren Briefwechsel mit der betreffenden Wohnungsinhaberin, aus dem ich einige interessante biologische Einzelheiten mitteilte. Vor kurzem erhielt ich nun wieder einen Brief von derselben Dame, in dem sie mir klagt, daß sie in ihrer heutigen Wohnung, in einem kleinen Landhaus, in das sie, um der Käferplage in der alten Wohnung zu entgehen, umgezogen ist, unter einem anderen Schädling zu leiden hat, den sie als „Laus“ bezeichnete.

Ich ließ mir Schädlinge einsenden und bestimmte sie als den sehr gefährlichen *Nymphopsocus destructor* Enderl., eine Holzlaus, die deshalb so gefürchtet ist, weil sie die Möbel zerfrißt.

Interessant ist aus den Angaben besonders, daß gerade zwei übereinander gelegene Zimmer im Parterre und im 1. Stock von den Holzläusen stark befallen seien. Die Verbreitung der Läuse scheint rapid vor sich zu gehen. Während am 23. August 1929 nur von 3 Räumen berichtet wurde, in die die Schädlinge eingedrungen sind, befanden sich die Tiere am 4. September 1929, bereits im ganzen Haus. „Die ‚Läuse‘ heißt es in dem Bericht, rennen mit Eilgeschwindigkeit auf den Möbeln hin und her, kommt man dazu, laufen sie eiligst davon. Auf Stoffe gehen sie nicht. Sie sitzen hauptsächlich in allen Fugen, an Vorsprüngen, Leisten, in Schnitzereien, laufen aber auch massenhaft herum. Ein antikes, eichenes Büffet ist allenthalben beschädigt, angefressen zweifelsohne, doch nicht Löcher gebohrt, wie die Holzwürmer, sondern mehr flächenweise, ins Breite gehend; auch die Kanten der Türen sind so weggefressen, jedenfalls liegt überall das rohe Holz zutage. Vorigen Sommer traten bereits diese Tiere auf, doch wurde ihnen keine Bedeutung beigelegt. In diesem Jahre ist es ungeheuerlich.“ Die befallenen Zimmer seien geradezu unbewohnbar. An Papier gehen die Läuse nicht, dagegen scheinen sie Fett zu lieben.

Zur Bekämpfung wurde „Flit“ benutzt; doch, obwohl weit stärker angewendet als die Anweisung vorschreibt, ohne Erfolg. Es sollen nun Versuche mit „Areginal“ vorgenommen werden, nachdem sich dasselbe bei der Bekämpfung des Messingkäfers so gut bewährt hat.

H. W. Frickhinger, München.

Crabroniden als Bewohner alter Stämme.

(Mit 3 Abbildungen.)

Im Forstwissenschaftlichen Zentralblatt, Bd. 50, 1928, veröffentlichte H. Eidmann eine kleine Studie zur Biologie der Grabwespen, über die im folgenden kurz berichtet sei. Seine Beobachtungen erstrecken sich auf das Stadium der ausgewachsenen Larve, der Präpuppe und Puppe, sowie den Nestbau dieses biologisch wie soziologisch gleich interessanten Hymenopterenfamilie.

Bekanntlich pflegen die Grabwespen durch Lähmung von Insekten, die sie in einer besonders dazu angelegten Zelle samt einem Ei unterbringen, ihrer Brut eine stets frische, zugleich aber auch wehrlose Beute als Nahrung zu liefern, die geschützt vor Feinden, in einer abgeschlossenen Höhle liegt. Diese Tatsache bedeutet einen erheblichen Fortschritt in der Brutpflege gegenüber den vermutlich ichneumonidenartigen Ahnen der Grabwespen, deren Larven durch die vielen Feinde ihrer Wirte stets gefährdet sind. Die hochentwickelte Gattung *Bembex*, wo die Weibchen selbst mit ihrer Brut in Berührung treten und diese sogar füttern, zeigt uns deutlich, daß wir bei den Grabwespen einen Übergang von rein solitärem zu sozialem Leben vor uns haben. Bedeuten doch eine fein ausgebildete Brutpflege und damit verbunden ein hochentwickelter Nestbau zwei Hauptcharakteristika des sozialen Lebens.

Die Unterbringung der Beute und des neben das Opfer gelegten Eis erfolgt ja nach den verschiedenen Arten in hohlen Pflanzenstengeln, in dem morschen Holz stehender Bäume, in Brettern, Balken usw. Der Autor begann seine Beobachtungen im Januar 1928. Ein 2 m hoher, mehr oder weniger mulmiger Buchenstock und eine etw. 70jähr. rotfaule Fichte, die an der Basis eine große Öffnung, den Zugang zum Innern, sowie viele



Abb. 1. Längsschnitt durch einen Fichtenstamm, der in dem rotfaulen Inneren zahlreiche Nestanlagen von Crabroniden birgt. (Nach Eidmann.)

Spechteinschläge enthielt, lieferten das Untersuchungsmaterial. Ein 1 m langer Fichtenstammabschnitt aus 2 m Höhe, sowie der Buchenstubben wurden zur Aufzucht im Laboratorium eingezwängt. Die Aufzucht ergab:

Crabro quadricinctus Fabr. 21 ♀♀, 134 ♂♂; *Crabro cavifrons* Thomson 18 ♀♀, 9 ♂♂; *Crabro* (*Crossocerus*) *leucostoma* L. 5 ♀♀, 1 ♂; *Pemphredon lugubris* Latr. 2 ♂♂; *Pemphredon montanus* Dahlb. 14 ♀♀, 16 ♂♂; *Pemphredon* (*Ceratophorus*) *chlypealis* Thoms. 6 ♂♂; *Pemphredon* (*Ceratophorus*) *carinatus* Thoms. 3 ♀♀; *Perithous medicator* Fabr. (*Pim-*

plinae) 42 ♀♀, 47 ♂♂; außerdem 2 Chrysididen, 2 Raphidien, mehrere Anobiiden, Dermestiden und kleinere Dipteren.

Es waren also 3 Crabronidenarten, sowie 4 Arten der naheverwandten Gattung *Pemphredon* ausgeschlüpft. Außerdem lieferte der Fichtenstammabschnitt noch 89 Schlupfwespen, nämlich *Perithous mediator* Fabr., die als Parasiten der Crabroniden anzusprechen sind.

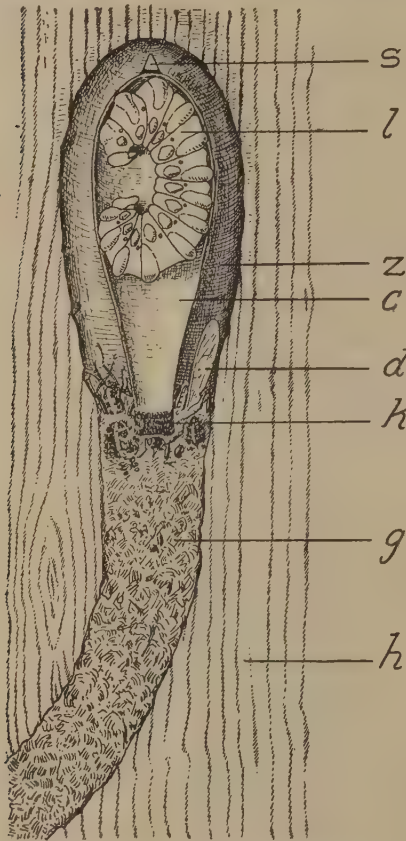


Abb. 2.

Längsschnitt durch eine Larvenzelle mit überwinternder Ruhelarve von *Crabro quadricinctus* F. usw. (Nach Eidmann.)

Überresten der gelähmten Beutestücke¹⁾ durchsetzt ist, in der Weise fest, daß der Kokon völlig frei in der Larvenkammer steht (vgl. zu allem Abb. 2). Öffnet man den Kokon, so findet sich am Fußende der Kot der Larve. Die Hymenopteren entleeren den Darmkanal meist kurz vor der Verwandlung in die Semipuppe. Bei den Crabroniden findet diese Entleerung relativ früh, schon vor dem Übergang in die Ruhelarve statt, welche wie jene

¹⁾ Die einheimischen Crabroniden scheinen fast ausschließlich Dipteren zu erbeuten, während Fabre (1908) in Südfrankreich für die Gattungen *Spheez*, *Cerceris*, *Ammophila* auch größere *Acridier*, Raupen usw. erwähnt.

Die interessante Nestanlage gibt Abb. 1 wieder, welche uns die verzweigten Bauten in dem morschen Stamminnern zeigt. Die zahlreichen, oftmals sich kreuzenden, vielfach gewundenen Gangsysteme, welche deutlich die Tendenz nach größter Raumausnutzung zeigten, machten eine Bestimmung der Länge und Zahl der Einzelgänge fast unmöglich. Die Gänge hatten zum Teil einen beträchtlichen Durchmesser (1 cm im Maximum) und waren mit dichtgelagertem Bohrmehl ausgefüllt. Ihre Anlage stand nicht zum Faserverlauf oder den Jahresringen in Beziehung; am Ende erweiterten sie sich zu einer einzigen, ellipsoid gestalteten Larvenkammer, die ebenso wie die Gänge keine sorgfältige Bearbeitung der Wände zeigte; sie enthielt während des Winters den die Ruhelarve einschließenden Kokon. Dieser ist — bei *Crabro quadricinctus* — langgestreckt birnenförmig und hat eine unverkennbare Ähnlichkeit mit dem reusenartigen Kokon von *Saturnia pavonia* L. (Lepidopt.) Eine kleine kegelförmige Hohlspeitze, die dem oberen Ende aufsitzt, und deren Bedeutung noch nicht bekannt ist, läßt auch den sehr treffenden Vergleich mit einer elektrischen Glühbirne zu. Wie bei *Saturnia pavonia* ist auch hier der Kokon pergamentartig hart, außen matt, innen aber glatt und glänzend. Meist sitzt die Basis des Kokons im Bohrmehl, das an dieser Stelle mit den chitinosen

keine Nahrung mehr aufnimmt. Die Ruhelarve ist stark ventral gekrümmt und liegt stets im oberen, breiteren Teil des Kokons; sie ist fußlos, mattweiß und zeigt die für die Crabronidenlarven typischen Dorsal- und Pleuralwülste. Letztere sind besonders an den Abdominalsegmenten stark entwickelt. Die Präpuppe (Semipuppe), in welche die Ruhelarve einige Zeit vor der Verpuppung übergeht, ohne daß dabei eine Häutung erfolgt, zeigt schon eine deutliche Trennung von Thorax und Abdomen. Am Thorax lassen sich die Anlagen der Flügelscheiden durch die Larvenhaut erkennen. Die Präpuppe unterscheidet sich von der Ruhelarve ferner durch ihren gerade und stark in die Länge gestreckten Körper. Das Stadium der Präpuppe dauert bei den Crabroniden sehr lange (11 Tage bei $+20^{\circ}\text{C}$ Zimmertemperatur). Die Puppe ist besonders charakterisiert durch den Besitz von 4 abdominalen Dornpaaren, die sich bereits bei der Präpuppe angedeutet finden und als eine besonders scharfe Ausprägung der larvalen Pleuralwülste aufzufassen sind (vgl. Abb. 3). Diese Dornen sollen der Imago beim Abstreifen der Puppenhülle als Hilfsapparate dienen, indem die ausschlüpfende Wespe die Hinterbeine gegen diese



Abb. 3. Puppe von *Crabro quadricinctus* F. (Nach Eidman'n.)

Fortsätze stemmt. Außer diesen Dornen finden sich auch auf dem Pronotum in der Nackenregion zwei zapfenartige Auswüchse. Alle diese Fortsätze der Puppe entsprechen in ihrer Lage vollkommen den gelben Zeichnungen der Imago. Neben den großen Dornen besitzt die Puppe noch eine ganze Anzahl kleinerer, spitzkegelförmiger Auswüchse, die auf der Rückseite des Abdomens nebeneinandergereiht stehen. Man könnte geneigt sein, analog den Sesien (Lepidopteren) in diesen chitinösen Fortsätzen Einrichtungen zu sehen, mit deren Hilfe die Puppe kurz vor dem Schlüpfen der Imago ins Freie zu gelangen sucht. Dies ist jedoch im Hinblick darauf, daß die Imago schon in der Larvenzelle ausschlüpft und sich mit ihren kräftigen Mandibeln sehr leicht aus der Mulmschicht des Stammes hinausarbeiten kann, nicht möglich. Die Puppenruhe von *Crabro quadricinctus* dauerte bei Zimmertemperatur 28 Tage. Es wurden über die Ausfärbung an Hand von Freikulturen genauere Beobachtungen angestellt. Beim Schlüpfen nagt die Wespe eine seitliche, unregelmäßige Öffnung in die Nähe der Kokonspitze.

Unter den vielen Feinden der Grabwespen sind in erster Linie Ichneumoniden zu nennen. Eidmann zog aus dem Beobachtungsmaterial zwei Goldwespen und die bereits erwähnten *Perilthous mediator* F., die ungefähr in gleichem Geschlechtsverhältnis vertreten waren. Diese Pimplide ist eine ausgesprochene protandrische Form. Die anderen

Wirt von *P. mediator* F. gehören ebenfalls zum größten Teil zur Familie der Grabwespen und sind sämtlich Holz- oder Gallenbewohner. Neben diesen Parasiten kommen als Feinde der Crabroniden die Spechte in Betracht.

Die Grabwespen sind im allgemeinen nützliche Insekten, da sie meist Schädlingen, Käfern, Raupen, Blattläusen, Fliegen usw. nachstellen.¹⁾ Trotzdem kommen sie wegen ihrer durch die komplizierte Brutpflege bedingten geringen Vermehrungsenergie wohl nirgends zu einer bemerkenswerten wirtschaftlichen Bedeutung.

Gustav Wellenstein.

Die Generationsverhältnisse der Borkenkäfer in Schweden.

Während die Borkenkäfer bei uns gewöhnlich einjährige oder doppelte Generation haben, hat der bekannte Borkenkäferforscher P. Spessivtseff²⁾ für Schweden bei mehreren Borkenkäferarten zweijährige, ja bei einer Art sogar dreijährige Generationen festgestellt.

Hylurgops glabratus Zell. besitzt bei uns nach Annahme der meisten Entomologen eine einjährige Generation; nach Orest soll in der Bukowina sogar noch eine zweite Generation vorkommen. In Schweden dagegen scheint die zweijährige Generation die Regel zu sein, die folgendermaßen verläuft: Eiablage Juni — Larve überwintert — Ausschlüpfen der Käfer Juli/August — Jungkäfer machen Reifungsfraß und überwintern, und schreiben erst wieder im folgenden Jahr zur Eiablage. Auch in Finnland scheint nach Saalas die Entwicklung von Ei zu Ei 2 Jahre zu beanspruchen.

Dryocoetes autographus Rtz., der allenthalben an Stöcken oder toten Stämmen (meist Fichte) stark sekundär (tertiär) auftretende häufige Borkenkäfer, scheint bei uns eine doppelte Generation zu haben. In Schweden hat Spessivtseff auch für ihn eine zweijährige Generation beobachtet. Die Überwinterung findet einmal als Larve, das zweitemal als Imago statt. Die Überwinterung der jungen Käfer geschieht entweder unter der Rinde der Brutpflanze, oder an verschiedenen Teilen anderer Bäume (hier besondere Überwinterungsgänge) oder in der Waldstreu. Neben den Jungkäfern findet man auch alte abgebrunfete ♀♀.

Ein Teil der ♀♀ paart sich schon im Herbst unabhängig vom Grad der Geschlechtsreife. In diesem Falle verhalten sich die Spermatozoen (die bei *Dryocoetes* von großer Länge und außerordentlich zählebig sind) in den Geschlechtsorganen des ♀ während des ganzen Winters lebendig und befruchten im Sommer die nach dem Ernährungsfraß gereiften Eier. Die Untersuchung der Geschlechtsorgane überwinternder ♀♀ (im Oktober und April) zeigt folgende 4 Gruppen:

- a) junge, hellfarbige, nicht geschlechtsreife ♀♀, meist ohne Samenzellen in den Geschlechtsorganen.
- b) junge, dunkler gefärbte, nicht geschlechtsreife ♀♀ mit Samenzellen in den Geschlechtsorganen.
- c) dunkel gefärbte, völlig geschlechtsreife ♀♀, welche Samenzellen in den Geschlechtsorganen haben, aber wegen Eintretens der Herbstkälte ihre Eier nicht ablegen konnten; und
- d) alte abgebrunfete ♀♀, deren Geschlechtsorgane verkümmert sind.

Die überwinterten Käfer verlassen schon bald ihre Winterquartiere und machen zum Ernährungsfraß jeder für sich einen kurzen Kanal schräg in die feuchte Rinde von

¹⁾ Vgl. Anmerkung S. 642.

²⁾ Spessivtseff Paul, Studien über die Biologie der Borkenkäfer Schwedens, mit besonderer Berücksichtigung der Generationsfrage. I. Teil. Medd. Stat. Skogs-försöksanst. Häfte 24 Nr. 8. Stockholm 1928. (Schwedisch mit deutschem Resumé.)

Wurzeln, Stöcken oder liegenden Stämmen („erstes Schwärmen“). Ende Juni bis Anfang August erfolgt dann das „zweite Schwärmen“ zum Zwecke der Eiablage.

Carphoborus Cholodkovskyi Spess. ist bis jetzt in Schweden, Rußland bis Ostsibirien gefunden worden. Er greift die Stämme 100—200jähriger Kiefern an, unter deren dünner Rinde er seine Brutgänge (Sterngänge) nagt und zwar meist im Gefolge des Waldgärtners (*Myelophilus*). Seine Generation ist in Schweden 3jährig, was bis jetzt wohl bei keinem anderen Borkenkäfer beobachtet wurde.

Neues über *Xylodrepa (Sylpha) quadripunctata* L.

Im Zoologischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin wurden eingehende Untersuchungen über *Xylodrepa (Sylpha) quadripunctata* L. angestellt, die eine wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse über diesen Käfer bedeuten.¹⁾ Hiernach fällt die Eiablage, die in den Erdboden erfolgt, in den Monat Mai — (abgelegt wurden etwa 20 Eier bei einer Legeperiode von 2—3 Wochen) — die Embryonalentwicklung dauert 7—8 Tage im Durchschnitt. Die 3 Larvenstadien sind nach durchschnittlich 17,3 Tagen beendet, worauf ein präpupaler Zustand von durchschnittlich 18,7 Tagen eintritt (mittlere Temperatur jeweils + 20 Grad). Die Larve gräbt sich zu Beginn dieses Zustandes in die Erde ein und stellt sich eine Höhle her. Die Puppenruhe dauert durchschnittlich 11,5 Tage, sodaß die Gesamtentwicklung von der Eiablage zur Imago im Durchschnitt 55,3 Tage dauert. Die Jungkäfer traten in den Zuchten von 1926 Ende Juni bis Anfang Juli, im Jahre 1927 (besonders kalt) bis Anfang August auf. Die Tiere überwintern meist, um erst im nächsten Frühjahr zum Vorschein zu kommen (Anfang Mai). Die Fortpflanzungsperiode dauert etwa 6 Wochen. Mitte Juni vergraben sich die Altkäfer in die Erde und sterben ab (Ende Juli bis Anfang August).

Die Arbeit bestätigt die bisherige Annahme, daß sich der Käfer, der rein animalische Kost zu sich nimmt, hauptsächlich von lebenden, glatten Raupen ernährt und zwar besonders vom Frostspanner und grünen Eichenwickler (*Tortrix viridana*). Er frißt aber auch schwach behaarte Raupen (Ringelspinner, Weidenspinner, Nonne, Goldafter, Prozessionsspinner), ebenso behaarte Tenthrediniden-Larven, viele Blattlaus-Arten usw. Stark behaarte Raupen, wie Brauner Bär (*Arctia carja*), werden nur dann angenommen, wenn sie parasitiert oder sonst wie geschwächt sind; doch ist die Annahme, daß er im allgemeinen parasitierte Raupen vorzieht, sicher nicht richtig. Ob er allerdings in größerem Umfang zur Bekämpfung des Schwammspinners in den Vereinigten Staaten in Betracht kommen kann, müßte erst an Ort und Stelle erprobt werden. In Gefangenschaft fraßen die Käfer durchschnittlich 1 mittelgroße Raupe pro Tag; es ist jedoch anzunehmen, daß die sehr lebhaften Tiere in der Natur weit mehr zu sich nehmen.

Was die Nahrung der Larven anlangt, so sind die Autoren zu einem von der bisherigen Annahme abweichenden Ergebnis gekommen. Sie halten die Larven für reine Bodentiere, die unfähig sind auf Bäume zu klettern; auch scheinen sie tote, noch frische Insekten den lebenden vorzuziehen. Aber auch sie verschmähen, wie die Imagines, Aas im eigentlichen Sinn.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß *Xylodrepa quadripunctata* als Imago ein sehr nützliches Forstinsekt ist, da sie sich stark an der Vertilgung forstschädlicher Lepidopteren-Raupen beteiligt.

B. A. Marcus.

¹⁾ Heymons R., Lengerken H. von, Bayer Marg., Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Coleopt.) III. *Xylodrepa quadripunctata* L. Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. der Tiere Bd. 10, H. 2/3 1928.

Magenanalysen heimischer Vögel als Bausteine zur Erkenntnis des Verhältnisses zwischen Vogel und Insekt.

Von Dr. Frhr. v. Vietinghoff-Riesch.

(Fortsetzung.¹⁾)

Einleitung: Die folgenden Analysen beziehen sich nicht ausnahmslos auf Insekten. Um das von mir gesammelte Material nicht zu zerstreuen, habe ich auch solche Untersuchungsergebnisse aufgenommen, die vielleicht mehr in das Gebiet der reinen Biologie oder Hydrobiologie gehören. Da es sich aber in den meisten Fällen bei dem untersuchten Objekt um Vögel handelt, die auch als Schädlingsvertilger in Betracht kommen können, läßt sich die Ansicht rechtfertigen, es sei nicht unwichtig, auch ihre normale Nahrungsbiologie kennen zu lernen. Deshalb ist das Material diesmal auch nach dem System der Vögel geordnet.

Corvidae.

76. *Corvus frugilegus frugilegus* L. Saatkrähe. Neschwitz, Eichen an überschwemmtem Wiesengelände. 3. Januar 1927.
 1. *Hypera (Phytonomus) punctata* (Rüssel).
 2. Zahlreiche *Ephemeriden*larven, sämtlich bis auf 2, ohne Kopf.
 4. 1 kleine *Lepidopteren*raupe.
 5. 1 Regenwurm.
 4. Viele Eicheln.
 6. 1 *Dipteren*larve.
77. *Corvus cornix cornix* L. \times *Corvus cornix corone* L. ♂ Bastardkrähe. Neschwitz, auf Feldern, 9. Juni 1928. Rübenfeld.
 1. Zahlreiche zerstückelte Reste von allerlei Käfern, 1 Langrüßler.
 2. 1 Blattwanze (*Hemelytre*), vielleicht *Piesma quadrata*?
 3. Brocken und Körner anorganischer Natur.
78. *Garrulus glandarius glandarius* L. Eichelhäher. ♀ ad Neschwitz, Kieferndickung. Mit 2 grade flüggen Jungen. 28. Mai 1927.
 1. Reste von *Melolontha melolontha*, darunter Abdominalsegmente.
 2. Reste zahlreicher anderer Käfer, besonders (wohl!) Laufkäfer.
 3. Zahlreiche Kurzrüßler, wohl der jetzt besonders häufige *Brachyderes incanus*.
 Anm.: Während des Winters. Frühjahrs und Herbstes geschossene Eichelhäher hatten ausnahmslos Eicheln aufgenommen. Ein im Juli 1926 in Birkenniederwald erlegtes juv. wies Reste von *Cimbex femorata* (Larve) auf.

Sturnidae.

79. *Sturnus vulgaris vulgaris* L. ♂ ad Neschwitz, Park, 3. März 1928.
 1. Käferreste, undefinierbar.
 2. Kiesel.
80. Desgleichen.
 1. 1 *Tipular*larve.
 2. Große Mengen von Rüpchen.
 3. Cephalothorax einer Spinne.
 4. 1 Rüsselkäfer.

Fringillidae.

81. *Fringilla coelebs coelebs* L. ♂ ad Buchfink. Neschwitz. 12. März 1928.
 1. Vegetabilische Stoffe und Quarzstückchen.
82. *Fringilla montifringilla* L. Bergfink. ♀ ad Koblenz, Kr. Hoyerswerda, Kiefernjungholz.
 1. 1 Kopf eines Langrüßlers (*Anthonomus*?)
 2. 1 geflügelte Blattlaus.

¹⁾ Vgl. Zeitschrift f. angew. Entom. Bd. XI. S. 309 ff., Bd. XII. S. 504 ff.

Paridae.

83. *Parus ater ater* L. Tannenmeise. Neschwitz, Kieferndickung, 15. März 1928.
 1. einige kleine *Lepidopteren*räupchen.
 2. Einige merkwürdige Konkretionen ähnlich Harztröpfchen.
 (Anm.: Sollte die Tannenmeise Wicklerräupchen gejagt haben?)
84. *Parus major major* L. ♂ ad Kohlmeise. Neschwitz, 30. Januar 1929. Im *Lophyrus*-Befallsgebiet als Kommensale eines viele hunderte umfassenden Meisen-schwarmes bei strengem Frost und 40 cm Schneedecke.
 1. Mehrere Larven von *Lophyrus pini* aus dem Kokon geklaubt.
 2. 1 halbgeöffneter Kokon.
 3. Spinnenreste.
 Anm.: Die *Lophyrus*kokon konnten nur vom Baum, nicht vom Boden aufgenommen worden sein, da die Schneedecke für Meisen undurchdringlich war.
85. *Regulus regulus regulus* L. Goldhähnchen. Neschwitz, Kiefernjungholz, 15. März 1928.
 1. Einige Käferelytren.
 2. 1 Fliegenbein,
 3. Kopf eines kleinen Langrüßlers.
 4. *Hymenopteren*flügel.

Muscicapidae.

86. *Muscicapa atricapilla atricapilla* L. ♂ ad Neschwitz, Park, 5. Juli 1928.
 1. Bein einer *Tenthredinide*.
 2. 2 grüne glatte Raupen.
 3. Kopf einer Ameise.
 4. Kopf eines Kurzrüßlers, Elytren einer *Coccinellide* oder *Chrysomelide*.
87. *Acrocephalus palustris* Bechst. Sumpfrohrsänger ♂ ad, Neschwitz, Roggenfeld 28. Mai 1927.
 1. Ein 1,8 mm großer Langrüßler den *Ceutorhynchinae* angehörend.
88. *Sylvia communis communis* Lath. Dorngrasmücke. ♂ ad Neschwitz, Mittelwaldartiger Laubwald mit starkem Maikäferfraß. 8. Mai 1927.
 1. Käferreste, jedoch nicht vom Maikäfer.
 2. Reste von Wanzen.
 Anm.: Maikäfer werden wegen ihrer Größe nie von Grasmücken angenommen.
89. *Turdus pilaris* L. Wacholderdrossel. Neschwitz, Feld am Waldrande, 26. Mai 1927.
 1. 1 großer Regenwurm.
 2. Flügel einer *Muscide*.
 3. 1 *Byrrhidae* (Pillenkäfer) *Cytilus sericeus*.
90. *Turdus philomelos philomelos* Brehm. Singdrossel ♂ ad. Neschwitz, Forstpflanzgarten, 9. März 1928.
 1. 1 kleine noch ganz hyaline *Tipuliden*larve.
 2. Einige größere Käferlarven, vielleicht *Carabiden*larven. Reste zahlreicher anderer Käfer.
 3. Köpfe und Beine von Ameisen.
 4. Cephalothorax einer Spinne.
 5. 1 *Noctuiden*raupe.
 6. Kiesel.
 Anm.: Es bestätigt sich wieder, daß Drosseln ihre Nahrung mit Vorliebe vom Boden aufnehmen.
91. *Saxicola oenanthe oenanthe* L. Steinschmätzer. ♀ ad Koblenz, Hoyerswerda. Avifauna der Heiderudera. 6. Juni 1926.
 1. 2 *Spondylus buprestoides* (Imagines).

92. *Phoenicurus ochrurus gibraltariensis* Gm. Hausrotschwanz. Neschwitz, Schloßgiebel. 10. April 1927.

Der Vogel fing fast ausschließlich die an der Südwand in großen Mengen auftretenden und im Zimmer sehr lästig werdenden *Pollenien* (Musciden).

Picidae.

93. *Dryocopus martius martius* L. ♀ ad Neschwitz, Kiefernheide, 24. April 1928.
 1. Mehrere Bockkäferlarven.
 2. zahlreiche Reste von *Formica rufa*, 1 totale ♀.
94. *Picus viridis pinetorum* Brehm. Grünspecht. ♂ ad Neschwitz. Akazien am Gutshof. Strenge Kälte. 22. Februar 1929.
 1. ca. 15 Imagines von *Musca corvina* F.
 2. Viele Hunderte (über 500) Imagines von *Chlorospiza notata* Mg. (Nahe Verwandte der berüchtigten Getreidehalmfliege.)

Strigidae.

95. *Asio otus otus* L. Waldohreule. Kauppa b. Bautzen, Fichtendickung, 8. Januar 1927.
 1. 4 *Arvicola arvalis* (Feldwühlmaus).
 2. 1 *Sorex vulgaris* (Spitzmaus).
96. Desgl. ♂ ad Neschwitz, Kiefernsonnung, 1. Oktober 1928.
 1. 1 Wühlmaus (*Arvicola* sp.).
97. *Asio flammeus flammeus* Pontopp. Schleierohreule. Neschwitz, Kiefernheide. 26. Mai 1926.
 1. 1 *Mus (silvaticus oder agrarius?)*
98. *Athene noctua noctua* Scop. Steinkauz. ♂ ad Neschwitz, Obstallee, 22. März 1927.
 1. 1 Langrüßler, mehrere andere Käfer.
 2. Einige Kieselsteine.
99. Desgl. Neschwitz, Akazienallee, 17. Juli 1927.
 1. 2 mittelgroße Regenwürmer.
100. *Strux aluco aluco* L. Waldkauz. ♀ juv. Neschwitz, Park. 18. September 1928.
 1. 2 *Sorex vulgaris*, Waldspitzmaus.

Falconidae.

101. *Falco peregrinus peregrinus* Tunst. ♀ Wanderfalke. Gaussig bei Bautzen, 10. Februar 1928.
 1. Reste eines größeren Vogels, wohl einer Krähe.
102. *Falco columbarius regulus* Pall. Zwergfalke. ♂ juv. auf dem Herbstzug.
 1. 1 *Alauda arvensis* (Feldlerche).
103. *Circus pygargus* L. Wiesenweihe. ♂ ad Neschwitz, Kiefernheide, 25. April 1928.
 1. 2 *Arvicola glareolus* (Rötelmaus).
104. *Accipiter nisus nisus* L. Sperber. Neschwitz, 26. Oktober 1926.
 1. Vogel, Art nicht erkennbar.
105. Desgleichen.
 1. *Turdus philomelos* Brehm Singdrossel.
106. Desgl. Neschwitz, 5. Januar 1927.
 1. *Regulus regulus regulus* (Wintergoldhähnchen).
 2. *Parus caeruleus* L. (Blaumeise).
107. *Astur gentilis gentilis* L. Hühnerhabicht. Juv. Neschwitz, September 1928.
 1. *Sciurus vulgaris* (Eichhorn).

108. *Buteo buteo buteo* L. Mäusebussard. 23. Februar 1929. Neschwitz, an Fasanenfütterung. Strenger Frost.
1 Maulwurf (*Talpa europaea*).
109. *Archibuteo lagopus lagopus* L. Rauhfußbussard. 26. Februar 1929. Radibor, Sa. Strenge Kälte. Fasanenverdacht.
1 Maulwurf (*Talpa europaea*).

Gressores.

110. *Ardea cinerea* L. Fischreiher. Oberlausitzer Teichgebiet, Sommer 1927.
1. Ausschließlich Insektenreste, Flügeldecken von Käfern (!).
Anm.: Der Fischreiher frißt also nicht ausschließlich Fische, wie es ihm vorgeworfen wird.
111. *Ixobrychus minutus minutus* L. Zwergrohrdommel. Neschwitz, Teichgebiet, 30. Juli 1926.
1. Rest eines kleinen Fischchens (*Leuciscus?*)
2. Kopf von *Corixa*, Reste anderer Wasserinsekten.
3. *Ricciocarpus fluitans* (thalloses Lebermoos).

Anseres.

Zahlreiche von mir untersuchte Schwimmenten (Stock-, Schnatter- und Löffelenten insbesondere) hatten meist einen von Kieseln und Früchtchen durchsetzten undefinierbaren Pflanzenbrei im Magen (1926—29).

112. *Nyroca ferina ferina* L. Tafelente. Juv. Neschwitzer Teichgebiet, 19. Juli 1927.
1. Pflanzliche Reste, Blätter.
2. Kiesel.
3. 9 blutrote, einige graue Larven von *Chironomus*.
113. *Nyroca nyroca nyroca* L. Moorente. ♂ ad Neschwitzer Teichgebiet, 27. April 1928.
1. *Phryganiden*larven.
114. *Bucephala clangula clangula* L. Schellente. ♀ ad Koblenz, Kr. Hoyerswerda, 12. April 1927. Hochmoor.
1. In großen Mengen Köcherfliegenlarven der Gattung *Lamnophilus* angehörig (häufig ist die Art *flavicornis*).
2. Kiesel.
115. Desgl. Oberlausitzer Teichgebiet, Sommer 1927.
1. Feinverteilte Insektenreste, besonders von *Hemipteren*.
2. Kiesel.
116. Desgl. Neschwitzer Teiche, Sommer 1927.
1. *Phryganiden*larven, zahlreich.
2. Kiesel,
3. Früchte.

Anm.: Siehe Zeitschrift für angew. Entomologie Bd. XIII, S. 489 die dort mitgeteilte Magenanalyse einer Schellente. Aus allem geht hervor, daß Tauchenten im Gegensatz zu Schwimmenten vornehmlich animalische Beute jagen.

Pygopodes.

117. *Podiceps cristatus cristatus* L. Haubentaucher. Malschwitz bei Bautzen, 20. August 1926.
1. Federballen aus eigenen Federn, in ihnen eingebettet einige Käferreste.
118. *Podiceps griseigena griseigena* Bodd. ♀ ad Rothalstaucher. Kauppa b. Bautzen. 6. August 1926.
1. Fischreste.
2. Zahlreiche Beine von *Noctonecta glauca*.
3. Dichte Federballen aus eigenen Federn.

119. Desgl. 13. Mai 1927.

1. 1 größere ca. 12 mm dm Cycloidschuppe eines *Cypriniden*, wohl eines 4 sömmrigen Karpfens, doch kein Beutestück, sondern zufällig als Schuppe aufgenommen.
2. Reste von *Donacienimagine*s, darunter *Macroplea appendiculata*.
3. Reste von Käfern und Wanzen.
4. Ballen eigener Federn.

120. Desgl. 17. Mai 1928. Königswarthaer Teiche, ♂ ad

1. Geringe Insektenspuren.
2. Zwei 9 cm große einsömmrige Karpfen, darunter einer total.

121. *Podiceps nigricollis nigricollis* Brehm. Schwarzhalstaucher. Kauppa b. Bautzen. 13. Mai 1927.

1. Sehr zahlreiche *Chironomus*larven
2. Einige *Corixa* sp.
3. Zahlreiche eigene Federn.

122. Desgl. Neschwitzer Teichgebiet. Zwei juv. 21. Juli 1927.

1. Schnecken der Gattung *Planorbis* und *Limnaea*.
2. Zahlreiche Libellenreste, darunter wohl *Agrion minium*.
3. 1 *Hydrophilide* (*Lacobi*us).
4. Zahlreiche *Dipteren*larven.
5. Zahlreiche *Corixa*.

123. *Podiceps ruficollis ruficollis* Pall. Zwergtaucher. Neschwitzer Teichgebiet. 11. Oktober 1926.

1. Fischreste, Fleisch und Rückenwirbel.
2. Reste von Schwimmkäfern.
3. *Hemipteren*.
4. Vereinzelte eigene Federn.

124. Desgl. Kauppa bei Bautzen, 4. Mai 1927. ♀ ad

1. Zahlreiche Larven von *Chironomus* sp.
2. 1 kleine Muschel.
3. Einige eigene Federn.

Limicolae.

125. *Charadrius apricarius* L. Goldregenpfeifer. Räckelwitz b. Kamenz. 8. Oktober 1926.

Beim Herbstzug auf Äckern eingefallen. (3 Exemplare: das 4. vgl. Zeitschr. f. angew. Ent. Bd. XIII. S. 488. Anm. 7. als Vertilger von Schnellkäferlarven.

1. *Forficula*.
2. Käferelytren,
3. 2 *Aphodius inquinatus* (Scarabaeidae).

Anm.: Alle Reste waren in dicken Schleim, wohl von vegetabilischen Stoffen herrührend, eingehüllt.

126. *Vanellus vanellus* L. Kiebitz. Neschwitz. auf Äckern. 16. September 1926. zwei juv.

1. Reste von *Forficula*.
2. Reste kleiner Käfer.
3. Zahlreiche Kiesel.

127. *Numenius arquata arquata* L. Großer Brachvogel. Königswartha. 5. August 1928.

1. Reste von Fliegen, Käfern, Käferlarven und Wasserwanzen.

Laridae.

128 29. *Larus ridibundus ridibundus* L. Lachmöve. Kolonie Neschwitzer Teichgebiet. 21. Juli 1927.

1. Zahlreiche amphicoele Wirbel von kleinen Fischen.
2. Beine und Füße von *Scarabaeiden*.
3. Insektenlarve,
4. Vegetabilische Stoffe.

130/57. Desgl. 27 Exemplare der Kolonie. Neschwitz, 18. Juli 1928.

Es kamen vor:

- | | |
|---------------------------------------|-------|
| 1. <i>Tipuliden</i> larven | 7 mal |
| 2. <i>Elateriden</i> larven | 4 „ |
| 3. Käfer und -larven | 8 „ |
| 4. <i>Dipteren</i> larven | 1 „ |
| 5. <i>Hemipteren</i> | 1 „ |
| 6. Insekten allgem. außer den obigen | 4 „ |
| 7. Fischreste | 1 „ |
| 8. Kirschen | 6 „ |
| 9. Andere Vegetabilia | 3 „ |
| 10. Mäuse | 4 „ |
| 11. Kiesel | 2 „ |
| 12. Unkenntlich | 2 „ |

Anm.: Die Möven wurden sämtlich im Teich geschossen und zwar zwischen 2 und 5 Uhr nachmittags. Man sieht, wie wenig sie sich um die im Teich vorhandene Nahrung gekümmert hatten, besonders, wie selten sich die Möven dieser Kolonie Fische als Nahrung wählen.

Rallidae.

158. *Rallus aquaticus aquaticus* L. Wasserralle. Kauppaer Teichgebiet, 24. Dezember 1927.
1. Reste eines Käfers.
 2. Reste eines kleinen Fischchens (amphicoeler Wirbel, Rippen, Visceralteile).

Tetraonidae.

159. *Lyrurus tetrix tetrix* L. Birkhahn. ♂ ad Steinitz, Kr. Hoyerswerda auf der Morgenbalz auf Feldern, 1. Mai 1927.
1. Haferkörner (*Avena sativa*).
160. Desgl. Cunnewitz bei Kamenitz, auf der Morgenbalz auf Feldern.
1. Vegetabilische Bestandteile,
 2. Kiesel.

Anm.: während der Lophyruskalamität in den Heidewäldern bei Neschwitz zog sich das Birkwild auffallend in die befallenen Bestände und scharrete dort nach Kokons.

Phasianidae.

161. *Phasianus colchicus colchicus* L. Jagdfasan. ♀ ad Neschwitz, Kiefernheide, 33jähr. Jungholz stark von *Lophyrus pini* befallen, die sich in der Bodenstreu verpuppt haben. 3. Dezember 1928.
1. 80 Kokons von *Lophyrus pini*.
 2. Kiesel.

Anm.: Zu dieser Zeit haben sich ähnlich wie das Birkwild an Stellen des Revieres, wo sie sich sonst nie gezeigt, Fasanen zusammengezogen, die nach den Lophyruskokons scharren.

Upupidae.

162. *Upupa epops epops* L. Wiedehopf ♂ ad. 10. Mai 1929. Tschelln, Kr. Rothenburg. Spreeufer, Alluviallandschaft.
- ca. 10 Engerlinge (*Melolontha vulgaris*).

Gründung eines neuen großen Biologischen Instituts in Brasilien.

Brasilien erhält in Kürze ein neues, großzügiges Biologisches Institut, in dem die angewandte Entomologie einen hervorragenden Platz einnimmt und das den Namen „Instituto Biologico de Defesa Agricola e Animal“ führen soll. Es wird in São Paulo¹⁾ errichtet und verdankt seine Entstehung zum größten Teil der Energie des Leiters des dortigen Kaffeeinstitutes, Dr. Arthur Neiva, der sich durch die erfolgreiche Bekämpfung des Kaffeebeerenkäfers (*Stephanoderes Hampei*) große Verdienste um das Wirtschaftsleben des Staates São Paulo, das ja hauptsächlich auf dem Kaffeebau beruht, erworben hat.

Das Institut soll folgende Abteilungen enthalten: Botanik, Chemie, Veterinär-Entomologie, Parasitologie, Pathologische Anatomie, Phytopathologie und landwirtschaftliche und forstliche Entomologie. Zwei Abteilungen sind also für angewandte Entomologie bestimmt, für die neben den Chefs 6 Assistenten und außerdem noch zahlreiches Hilfspersonal (Präparatoren, Zeichner usw.) vorgesehen sind.

Das Gebäude soll 6 Stockwerke haben mit 70 m Vorderfront.

Dr. Neiva knüpfte an obige dem Unterzeichneten gemachte Mitteilung die freundliche Einladung, daß Forschern gerne Arbeitsgelegenheit geboten wird.

Brasilien wird durch diese Gründung um ein neues großes Institut bereichert, das sich dem weltberühmten Instituto Oswaldo Cruz und dem Schlangeninstitut von Butantan würdig zur Seite stellt.

K. Escherich.

Personalien.

Als Nachfolger des am 1. Oktober d. J. in den Ruhestand getretenen Professors Dr. Ludwig Rhumbler wurde **Dr. Hermann Eidmann**, bisher Privatdozent für Zoologie und vergleichende Anatomie an der Universität München und Assistent am Institut für angewandte Zoologie der Forstlichen Versuchsanstalt München, berufen.

Dr. W. Zwölfer, bisher Sachverständiger beim türkischen Wirtschaftsministerium, hat die Assistentenstelle am Institut für angewandte Zoologie in München übernommen.

¹⁾ São Paulo ist die zukunftsreichste Stadt Brasiliens, die im letzten Dezennium einen beispiellosen Aufschwung genommen hat und in Bälde die Einwohnerzahl von Rio erreicht haben wird.

Autorenregister.

A.

Abderhalden 217, 428.
 Achnudow 428.
 Acqua Camillo 428.
 Adclung 427.
 Aderhold 612, 617.
 Adler and Theodor 428.
 Adowa 177.
 Adowa-Nikitinsky 176.
 Adowa Rawitch-Tscherbo
 177.
 Adowa u. Sebenzow 170, 177.
 Aharoni 449.
 Albarda 320, 333.
 Allard 191, 202.
 Allemeyer 620.
 Altum 251, 357, 386, 388,
 396, 420, 422, 425.
 Anderson u. Babcock 186, 195.
 Andres 221, 428.
 Annand 221.
 Appel 221, 571, 615, 622.
 Armitage 69.
 Arnhart 635, 637.
 Ashby 188, 195.
 Ashby u. Novell 187, 196.
 Atanasoff 202.
 Aversa-Sacca 188, 196.

B.

Bachmann 428.
 Bachmetjew 263, 460.
 Baden 221.
 Ball 181, 193, 195, 202.
 Ballard 187, 196
 Ballard u. Norris 187, 199.
 Ballowitz 424.
 Barber 186, 196
 Barbey 221, 386, 388, 403,
 418, 421, 425.
 Baronoff 428.
 Barss 187, 199.
 Bartels 635, 637.
 Bary 196.
 Ba-si 64.
 Baudisch 333.
 Baudys 624.

Bauer 221, 428, 433.
 Bayer 428.
 Beck-Hausrath 425.
 Becker 587, 625.
 Beiler-Ettelbrück 624.
 Beklemischeff 171.
 Beklemischeff und Mitro-
 fanowa 175.
 Beling 428.
 Benecke 624.
 Bennett 202.
 Bensaude 201.
 Berkeley u. Jackson 193, 202.
 Berlese 64, 69, 136, 196,
 572, 623.
 Berliner 632.
 Berwig 155.
 Bessels 64.
 Bignell 300.
 Biologische Reichsanstalt
 221.
 Bischoff 221.
 Bishara Ibrahim 428.
 Bisson 3.
 Bitter 625.
 Blackmann 428.
 Blackmann u. Harry Stage
 333.
 Blank-Weißberg 221.
 Blattny 202.
 Blunck 428, 588, 589, 594,
 622, 623.
 Blunck u. Becker 606, 626.
 Blunck u. Bremer 612.
 Blunck, Bremer u. Kauf-
 mann 221, 428.
 Blunck u. Görnitz 574, 613,
 623.
 Blunck u. Hähne 221, 623.
 Blunck u. Janisch 572, 574,
 576, 613, 623.
 Blunck u. Klynstra 429
 Blunck u. Munkelt 596, 625.
 Boas 221, 251.
 Bodenheimer 67, 136, 221,
 429, 435, 438, 439, 451,
 478, 516, 526, 557, 621.

Bodenheimer u. Klein 486.
 Bodenheimer u. Reich 501.
 Bodenheimer u. Samburski
 451, 455.
 Bodenheimer u. Schenkin
 429, 490, 498.
 Bodenheimer u. Segal 490.
 Böning 181, 192, 202.
 Börner 599, 621, 626.
 Borchers 429.
 Borgmann 431.
 Botjes 203
 Boucquet 193.
 Boucquet u. Hartung 202.
 Boucquet u. Stahl 203.
 Bovien 221.
 Braatz 141, 152, 155, 157,
 336, 386.
 Brache 606.
 Bramana 429.
 Brandes 190, 193, 203.
 Brandes u. Klabhack 193.
 Brandt 3, 9, 64.
 Braßler 635.
 Brefeld u. Falk 183, 196.
 Bremer 193, 203, 222, 333,
 429, 574, 609, 610, 612,
 613, 614, 621, 623.
 Brenner u. Kaufmann 222.
 Brenner 187, 199.
 Bresslau 337.
 Britton 222.
 Britton, Jones 187, 196.
 Brooks 199.
 Brouwer 620.
 Brown u. Jamieson 186, 199.
 Brückner 582.
 Buchner 240, 243, 333.
 Buddenbrock 501, 508, 555.
 Bücher 499, 524, 526, 537,
 556, 557.
 Bürger 626.
 Büsgen 190, 203.
 Bütschli 424.
 Burger 187, 199.
 Burgdorf 623.
 Burgwitz 199.

Burill 184, 187, 196, 199.
 Burke 429.
 Burmeister 3.
 Butler 186, 196, 203, 622.
 Butler u. Hafiz Khan 186,
 196.
 Butovitsch, von 178, 207, 429.

C.

Caesar 194, 195.
 Cajander 272, 333.
 Caldis 183, 196.
 Carnoy 337, 338.
 Carsner 193, 203.
 Carsner u. Stahl 203.
 Chapman 403, 425, 621.
 Chapuis 357.
 Chardon u. Veve 193, 203.
 Chemische Fabrik Schleich
 222.
 Cholodkowsky 3, 8, 9, 64,
 572, 623.
 Chrzanowski 595, 625.
 Ciopkalo 222.
 Claus 222, 344, 424.
 Clausen 136, 621.
 Clément 307, 326, 333.
 Clinton 183, 184, 196.
 Cobb 185, 196.
 Cohn 625.
 Collins 186.
 Connecticut 222.
 Conrad 429.
 Cook 193, 203.
 Cotes 444, 447, 527.
 Cotton u. Roark 222.
 Craighead 186, 196, 275,
 332, 333.
 Craigie 184, 196.
 Crystal 429.
 Crystal and Myers 429.
 Cunningsham 187, 196.
 Curry 6.

D.

Dade 184, 196.
 Dahl 219, 222, 434.
 Dalla Torre 333.
 Dampf 222, 429.
 De Barry 184.
 Deckert 222, 637.
 Dederer 4, 9, 64.
 Deegener 64, 233, 236.
 De Geer 3.
 Demandt 343, 345, 424.
 Demarest, Leonard, Mor-
 timer 222.
 Demina u. Nikolsky 177.
 Depdolla 12, 64.
 Deutscher Pflanzenschutz-
 dienst 429.
 De Yong 606, 626.
 Dickens 192, 193.

Dickson 203.
 Dingler 157, 222, 622.
 Dix 626.
 D. L. G. 606, 620.
 Doolittle 203.
 Doolittle, Jones 192, 203.
 Doolittle u. Mitarbeiter 191.
 Doolittle u. Walker 189, 203.
 Dotterweich 429.
 Doncaster 4, 64.
 Driggers Byrley 222.
 Ducloux 187, 196.
 Dufrenoy 195.

E.

Ebermayer 270.
 Eckstein, K. 6, 48, 64, 222,
 425.
 Edgerton 186, 199.
 Efflatoun Bey 83.
 Eggers 218, 222, 384, 425.
 Eichhoff 357, 359, 370, 383,
 386, 388, 396, 400, 403,
 404, 405, 420, 425.
 Eidmann 1, 47, 64, 217, 222,
 429, 640, 643, 652.
 Eidmann u. Berwig 222.
 Ellinger 624.
 Ellinger, Tage u. Sachtleben
 222.
 Elliott 192, 203.
 Elliot u. Morley 294, 301.
 Elmer 203.
 Elze 192, 203.
 Emden, van 429.
 Engelbrecht 572, 589, 599,
 600, 601, 621.
 Enslin 430.
 Ermerson 222.
 Erné 300.
 Escherich 64, 148, 155, 217,
 222, 251, 288, 309, 319,
 322, 323, 333, 334, 341,
 342, 347, 385, 402, 421,
 422, 424, 425, 622, 652.
 Esmarch 606, 626.
 Ext 203.

F.

Fabre 642.
 Fabricius 220.
 Faes 223.
 Fahringer 287, 288, 289,
 290, 326, 334.
 Falk 183, 196.
 Fallada 572, 617.
 Farbotko 430.
 Faulwetter 186, 199.
 Federley 218, 430.
 Fellinger 594.
 Fernow 203.
 Ferrari 358, 425.
 Fischer 430.

Fiske 300.
 Fitch 560.
 Flaas 430.
 Flos 430.
 Forbes 181, 199.
 Fraenkel 435, 437, 438, 456,
 461, 539.
 França 190, 201.
 Francé 273, 334.
 Franchini 201.
 Frank 589, 596, 597, 599,
 617, 625, 626.
 Freiling 32, 34, 35, 64.
 Freemann 183, 196.
 Frew 590, 594, 595, 597, 625.
 Frickhinger 223, 430, 624,
 640.
 Friederichs 572, 623.
 Frisch, v. 234, 334, 430.
 Fuchs 348, 350, 351, 358,
 370, 384, 385, 387, 388,
 390, 392, 418, 424, 425.
 Fulmek 430.
 Fulton 185, 186, 196.
 Funk 431.

G.

Gabritschewsky 223.
 Gaede 434.
 Gangelbauer 334.
 Garber 80.
 Gardner 194, 195.
 Gasow 223.
 Geinitz 223.
 Geißler 620.
 Gemmil 599, 600, 606, 625.
 Gerard 185, 197.
 Geßner 430.
 Geyer 583, 585, 624.
 Glaser 621.
 Gloyer u. Fulton 197.
 Goesch 223.
 Gösele 620.
 Goetsch 430.
 Götz 599, 626.
 Goldmidt 4, 64.
 Goldworthy 187, 199.
 Golov Janko 207, 213.
 Gontscharoffs 172, 195.
 Gossard 184, 199.
 Gossard u. Walton 199.
 Gough 445, 449, 516, 524,
 526, 557.
 Graber 3.
 Graefe 138.
 Graham 262, 263, 334.
 Graham and Bauhofer 430.
 Gram, Jorgensen og Rostrup
 430.
 Grasowsky 438.
 Gravatt u. Marshall 183, 197.
 Gravatt u. Posey 197.
 Green 80.

Greese 223.
 Griffiths 223.
 Grimm 595, 597, 624, 625.
 Gross 64, 345, 424.
 Grossenbacher u. Duggar 188, 197.
 Grosser 617.
 Grünberg 4, 9, 64.
 Guénaux 572, 623.
 Günther 628.
 Gussew 430.
 Gutfeld 67.
 Gyllenhal 358.

H.

Hagen 15, 64.
 Hall 80, 93, 94, 136.
 Hamburg 223.
 Handschin 216.
 Hann 134, 334.
 Harnisch 337, 338, 347, 353, 424.
 Hartig 147, 148.
 Hartzell 430, 621.
 Hase 223, 273, 334, 430.
 Hatzelhoff 223, 430, 431.
 Haupt 334.
 Hauser 233.
 Hawkins 430.
 Heald 186, 187, 197, 200.
 Heald u. Gardner 197.
 Heatlie 223.
 Hecht 223, 431.
 Hedlund 599.
 Heer 560, 562.
 Hellmann 574, 578, 583, 587, 589, 620.
 Hendel 218, 219, 222, 223.
 Hendschel 370, 384, 385, 421, 422, 426.
 Henking 4, 64.
 Hennings 389, 401, 404, 405, 417, 425, 426, 427.
 Herald 431.
 Hering 64.
 Herold 3, 64.
 Herter 490, 498.
 Heß-Beck 392, 402, 421, 423, 426, 431.
 Heyer 360.
 Heymons 64, 343, 345, 424, 572.
 Heymons u. Lengerken 431, 623.
 Heymons, Lengerken, Bayer 645.
 Hilgardia 223.
 Hiltner 617.
 Hirsch 220.
 Hodson 186, 197.
 Hofer 617.
 Hoffmann 64.
 Hollrung 617, 623.

Holmes 190, 201.
 Honcamp 616.
 Hood 431.
 Hopkins 275, 334.
 Horn 223, 431.
 Horne u. Mitarbeiter 189.
 Horne, Parker u. Daines 200.
 Hotson 184, 200.
 Howard 223.
 Hukkinen 572, 623.
 Hutson, Ray 223.
 Hyslop 622.

I.

Iljinsky 431.
 Iljinsky u. Greese 224.
 Imms 424.
 Inomata 224.
 Insecta Matsumurana 431.
 International Committee 224.
 Istvánffi 197.

J.

Jablonowski 64, 572, 623.
 Jackson 3, 64.
 Jakubjuk 208.
 Janisch 224, 621, 623.
 Janke-Zickes 334.
 Japan 224.
 Jensen 183, 197.
 Jeschikov 431.
 Jigger 193, 203, 204.
 Johannsen 395, 402.
 Johnson 183, 197, 204.
 Johnston 200, 437, 446, 448, 528, 529, 557.
 Johnston u. Hitchcock 185, 200.
 Jones 187, 200, 622.
 Jones, Giddings u. Lutman 184, 197.
 Jordan 19, 64, 501.
 Jorgensen, Thomsen 224.
 Jucht 145, 152.
 Judeich 251.
 Judeich - Nietzsche 145, 147, 386, 420, 422, 426, 588.
 Junger 624.
 Jungner 577, 578, 579, 580, 582, 607, 609, 618, 620, 624.
 Jurkinsky 208.

K.

Kalandadze 138, 151, 431.
 Kalshoven 431.
 Kammer 431.
 Karl 219, 222.
 Kaufmann 224, 431.
 Kazanskij 209.
 Kenner 572, 623.
 Kern 210.
 Kestner 222.

Keuchenius 424.
 Kevdin 400.
 Kieffer 122.
 King 446, 447, 526, 557.
 Kirby 301.
 Kirchner 618.
 Kirkpatrick 440.
 Klatt 621.
 Klauw, van der 431.
 Klebahn 183, 197.
 Kleine 158, 385, 426, 572, 574, 590, 591, 598, 599, 601, 602, 603, 606, 607, 621, 622, 623, 625, 626, 627.
 Klimesch 431.
 Knoche 322, 361, 403, 404, 405, 426.
 Koch 405, 426.
 Koehler 540.
 Köppen 384, 385, 420, 426.
 Kolbe 239.
 Kolmodin 370, 387, 388, 424, 426.
 Kolossov 214.
 Kolster 137, 138, 146, 147, 148, 150, 151.
 Kono 224.
 Kopp 204, 588, 590, 592, 594, 595, 596, 597, 625.
 Korff 624.
 Korschelt 3, 4, 64, 65, 344, 345, 425.
 Korschelt u. Heider 65.
 Kossobuzkij 431.
 Kotthoff 588, 625.
 Kovačević-Željko 224.
 Kozhantschikov 224.
 Kraatz 572, 623.
 Krancher 637.
 Krauß 224.
 Krusche 620.
 Krogh 508, 555.
 Kühn 540.
 Künckel d'Herculais 444, 516, 536, 557.
 Kuhl 224, 319, 334.
 Kuhnt 637.
 Kunkel 193, 204.
 Kuntze 224.
 Kuntze u. Poluszynski 431.
 Kusnezow 209.
 Kuwana, Inokichi 224.

L

Lacaze-Duthiers 3, 7, 65.
 Lafont 190, 202.
 Laing 80, 145.
 Lallement 526.
 Larsen 188, 197.
 Laubert 220.
 Lautenbach 622.
 Lauterborn 224, 431.

la valette St. George 4, 66.
 Laycock 187, 197.
 Leach 189, 200.
 Lebour 624.
 Lécaillon 65.
 Leclercq 627.
 Ledeboer 193, 204.
 Lee u. Jannings 200.
 Leiningen-Westerburg 334.
 Lengerken 224, 572, 639.
 Lespès 233.
 Leuchs 624.
 Lewton-Brain 185, 197.
 Leydig 3, 4, 29, 65.
 Lind 192, 204.
 Lindemann 252, 348, 349,
 350, 351, 358, 398, 425,
 426.
 Lindinger 223, 224, 618.
 Linné 220, 358.
 Löb 539.
 Loman 222.
 Loos 224.
 Lovendal 358, 421, 423, 426.
 Lundblad u. Tullgren 623.

M.

Maag 431.
 Maceira 384.
 Machal 224.
 Mattes 225.
 Magne, Bruce 224.
 Magnes 438.
 Magnus 183, 197.
 Mahdihassan 224.
 Maidl 326.
 Maine 432.
 Malenotti 224.
 Malpighi 2, 6, 13, 17, 65.
 Mangin u. Vialla 80, 136.
 Manus 187, 197, 200.
 Marchall 598, 599, 627.
 Marcovitsch 224.
 Marcu Orest 432.
 Marcus 219, 222, 645.
 Marshall 4, 13, 65, 136, 224,
 294, 334.
 Marlatt 561.
 Martin 188, 197.
 Martini 219, 224, 225.
 Marzinowsky 170.
 Maslakovetz u. Sch. 214.
 Masi 132.
 Massee 187, 197, 204.
 Massee u. Mitarbeiter 193.
 Matsumura 224.
 Mattes 632, 634.
 Mattfeld 621.
 Matz 193, 204.
 Mc. Clintock u. Smith 191, 204.
 Mc. Kay u. Dygstra 204.
 Mc. Kay u. Pool 184, 197.
 Mc. Kimey 204.

Mc. Larty 192, 204.
 Mehner 225.
 Meier, A. 384, 385, 426.
 Meinecke 225.
 Meisenheimer 4, 9, 13, 65.
 Melichar 577, 624.
 Menozzi 83.
 Menzel 225, 432.
 Mercet 132.
 Mercier 185, 197.
 Merckenschlager 432.
 Merrell 200.
 Mesnil 202.
 Metcalf 186, 197.
 Metcalf u. Collins 197.
 Meunier 487.
 Mexiko 225, 432.
 Meyer, P. 611, 621.
 Michailov-Senkevitch 210.
 Mikroskopie für Naturkunde
 432.
 Mieczynski 625.
 Miestinger 625.
 Migone 190, 202.
 Mississippi 225, 432.
 Möller 620.
 Mokrzejcki 432.
 Mollison 65, 345, 425.
 Molz 225, 599, 607, 627.
 Montana 432.
 Montana Insect Pests 432.
 Mordvilko 225, 432.
 Morris 598, 627.
 Morse 197.
 Morstatt 432, 614, 618, 622.
 Morton 96.
 Müller, K. 432, 612, 622.
 Münch 280, 334.
 Munckelt 625.
 Murill 185, 198.
 Murphy 192, 204.
 Murphy u. Mc. Kay 204.

N.

Nagel 225.
 Naturforscher, Der 432.
 Necheles 455.
 Neger 148.
 Neiva 225, 652.
 Nelson 192, 193, 204.
 Neufeld 622.
 New Jersey 225.
 Newton 451.
 Nicitinsky 177.
 Nieschulz 202.
 Nördlinger 358, 384, 385,
 426.
 Novell 187, 198.
 Nowiki 588, 590, 594, 595,
 596, 626.
 Nüßlin 251, 337, 338, 340,
 341, 342, 348, 350, 351,
 353, 354, 357, 387, 388,

390, 392, 393, 404, 424,
 425, 426.
 Nüßlin-Rhumbler 368, 421,
 423, 426.

O.

Ocfemia 193, 204.
 Oganow 171.
 Ogejevskij 212.
 Ogilvie 204.
 Ohlemann 251.
 Ohlers 432.
 Okamoto u. Takahashi 225.
 Olitski 204.
 Orest 644.
 Orton u. Adams 187, 200.

P.

Paine u. Jacey 187, 200.
 Paoli 225.
 Pape 403.
 Pariser 136.
 Parrot, Cloyer u. Fulton 198
 Parrot u. Fulton 198.
 Passon 624.
 Patch 432.
 Pauly 251, 252, 334, 370,
 372, 404, 405, 426.
 Pavlovsky u. Stein 211.
 Pax u. Arndt 218, 225.
 Payne 621.
 Perris 357.
 Peter 618.
 Petersen 3, 8, 9, 13, 14, 15,
 16, 25, 58, 59, 60, 65.
 Petherbridge 598, 599, 603,
 627.
 Pethybridge u. Lafferty 184.
 Pethybridge, Lafferty und
 Rhynehart 198
 Petri 187, 189, 200.
 Petrunkevitch 166.
 Peytroureaux 3, 65.
 Pfrogner 618.
 Phipps 432.
 Pierce 65.
 Piwowaroff 211.
 Plakidas 193, 204.
 Polen 225.
 Poloshenzeff u. Ochljabinina
 211.
 Pomeranzeff 211.
 Pospelov 527, 535.
 Poutiers 83, 95, 136.
 Prell 13, 38, 65, 528, 563.
 Preti 186, 198.
 Pringsheim 611.
 Prinz 69, 136.
 Prochnow 621.
 Prosorow 432.
 Provancher 300.
 Prüffer 432.
 Pustet 225.

Q.

Quanjér 187, 192, 198, 205.

R.

Raciecka 226.
 Ramann 621.
 Rand 188, 195, 200.
 Rand u. Cash 187, 200.
 Rand u. Enlows 200.
 Rand u. Mitarbeiter 188.
 Rand u. Pierce 182, 195.
 Rankin 186, 198.
 Ratzeburg 147, 294, 300,
 307, 321, 322, 357, 358,
 359, 384, 385, 386, 388,
 392, 403, 420, 426.
 Rawitsch-Sehtscherbo 172.
 Réaumur 3, 6, 8, 65.
 Redtenbacher 358, 427.
 Reed 184, 200.
 Reh 226, 585, 618, 625.
 Reich 435.
 Reinhold 432.
 Reissig 226.
 Reitter 334, 357, 358, 427,
 637.
 Remer 618.
 Rettich 226, 432, 433.
 Reuter 618.
 Rhind 187, 198.
 Rhumbler 137, 226, 336,
 405, 419, 652.
 Riley 561.
 Rimpár 226.
 Rimsky-Korsakoff 212.
 Ripper 433.
 Ritzema Bos 187, 198, 386,
 427.
 Roark 226, 433.
 Roark u. Cotton 226.
 Robbins 192, 205.
 Rodionov 212.
 Roepke 4, 9, 13, 29, 65.
 Rörig 433, 579, 583, 599,
 624, 625, 627.
 Rösch 226.
 Rolle 226.
 Rondani 333.
 Root 184, 200.
 Rostrop 433.
 Rostrop 599, 600, 603, 606,
 627.
 Roubaud 527.
 Rubner 269, 270, 278, 334,
 508, 556.
 Rudnew 226.
 Rubland 65.
 Rudolfs 226.
 Russel 187, 200.
 Russkoff 226.
 Ruzicka 433.

S.

Saalas 272, 323, 334, 644.
 Sabatier 65.
 Sachtleben 65, 624.
 Saling 337, 338, 425.
 Samophal 212.
 Sappok 595, 596, 597, 626.
 Sasaki, Chujiro 433.
 Sato 224.
 Sawyer 438.
 Schander 618, 627.
 Schedl 334.
 Schenkel 222.
 Scherer 137.
 Schewjrenv 399, 400, 401,
 403, 417, 418, 427.
 Schilder, A., u. Schilder, M.
 221, 226.
 Schilling, von 226.
 Schimitschek 226, 229, 334,
 433, 635.
 Schindler 334.
 Schiner 587, 526.
 Schiporovitsch 213.
 Schirach 583, 584, 586, 625.
 Schmidt-Kreyern 148.
 Schmidt, M. 221, 433.
 Schmiedeknecht 299, 300,
 301, 307, 333, 334, 625.
 Schmitt 635, 637.
 Schnauer 565.
 Schneider 4, 9, 29, 37, 52,
 65, 321.
 Schneider-Orelli 189, 198.
 Schönberg 622.
 Schoenichen 432.
 Schorochov 214.
 Schraffer 572, 612.
 Schrepfer 621.
 Schröder, C. R. 216, 226,
 334, 355.
 Schröder L. 425, 433, 618,
 619.
 Schubert 269, 270, 334.
 Schütze 226.
 Schulte zur Oven 600, 627.
 Schultz, Folsom, Hildebrand
 u. Hawkins 205.
 Schulze, P. 218.
 Schulz u. Folsom 192.
 Schuster 220, 433.
 Schwabe 610.
 Schwartz 433, 614, 622, 625.
 Sohwerdtfeiger 335, 427.
 Scott u. Ayers 198.
 Scott u. Queintance 198.
 Sebenzow 177.
 Segal 435, 438.
 Seiler 3, 65.
 Seitzner 231, 285, 298, 318,
 322, 334, 336, 359, 361,
 369, 387, 417, 418, 424,
 427, 433.

Seitz 65.

Severin 193, 205, 226.
 Shepherd 193, 205, 438.
 Shinoda 226.
 Siemaszko Janina i Wincenty
 227.
 Simmel 419, 427.
 Sitowski 152.
 Sklenar 635, 637.
 Smith, C. E. 192, 205.
 Smith, C. O. 201.
 Smith, E. F. 181, 184, 188,
 189, 200.
 Smith, F. T. 205.
 Smith, G. B. 559.
 Smith, K. M. 190, 192, 205.
 Smith, R. E., Smith, C. O.,
 u. Ramsey 185, 201.
 Smith, von 69, 187.
 Smith von de Barry 181.
 Smith, von, u. Armitage 83,
 96, 132, 136.
 Smith, W. G. 198.
 Smorodizew u. Adowa 176,
 177.
 Smorodizew und Rewitch-
 Tischerbo 177.
 Smyth 193, 205.
 Snell 183, 184, 198.
 Snowden 186, 201.
 Sommerseht 621.
 Sorauer 320, 583, 587, 588,
 595, 598, 621.
 Spessivtseff 214, 215, 227,
 644.
 Speyer 227, 433.
 Spieckermann 619.
 Sprehn 222.
 Sprengel 15, 36, 37, 65, 227.
 Stäger 184, 198.
 Stafilewsky 214.
 Stahl 193.
 Stahl u. Carsner 205.
 Stark 214, 215.
 Starowerowa 173.
 Stauden 185, 198.
 Stehli 588, 626.
 Stein 339, 342, 343, 425.
 Steingruber 227.
 Stellwaag 24, 66, 136, 144,
 227, 334, 622.
 Steward 186.
 Stewart 184, 201.
 Stewart u. Hodkiss 188, 198.
 Stewart u. Leonhard 201.
 Stift 572, 619.
 Stilantjew 398, 427.
 Stitz 3, 4, 9, 13, 16, 66.
 Stober 165, 166.
 Störmer 619.
 Störmer u. Kleine 599, 627.
 Stolp 219.
 Storey 193, 205.

Storey u. Bortomley 193, 205.
 Stschelkanovzev 215.
 Studhalter 186.
 Studhalter u. Heald 198.
 Studhalter u. Ruggles 198.
 Stübinger 227.
 Sturgis 183, 197.
 Supan 601.
 Surinam 227.
 Swammerdam 2, 6, 66.
 Szymanski 487.

T.

Takahashi 227, 433.
 Takami 193, 205.
 Tartu 227.
 Taubenhaus 184, 188, 199,
 205.
 Technical and Scientific Ser-
 vice 433.
 Tederley 428.
 Tempel 624.
 Tenge-Mrozek-Dahl 222.
 Theobald 583, 585, 625.
 Thomann 433.
 Thomsen 227, 299.
 Thomson 357.
 Tichomirow 66.
 Tierwelt Deutschlands 434.
 Titschack 66, 521.
 Tomczyk 433.
 Topi 433.
 Tower 193, 205.
 Trägårdh 389, 427, 433.
 Trappmann 221.
 Trödl 374, 375, 377, 385,
 415, 427.
 Tritschler 595, 626.
 Tullgren 572, 579, 580, 581,
 582, 624.
 Tullgren u. Wahlgren 624.
 Tunkel 625.
 Turitzyn 215.
 Turner 188, 199.

U.

Uchida 224.
 Urbahn 32, 42, 66.

Urban 323.
 Uvarov 217, 227, 438, 444,
 448, 516, 527, 528, 536,
 557.
 Uzel 619.

V.

Van Hatreveld 205.
 Vanin, S., u. Vanin, J. 216.
 Vater 278.
 Verhoeff 320, 356, 357, 425.
 Verson 3.
 Verson u. Bisson 66.
 Vietinghoff 227, 646.
 Vitomskij 434.
 Voelkel 434.
 Vogel 336, 361, 415, 416,
 417, 427.
 Vohland 625.
 Vosseler 444, 447, 516, 524,
 526, 527, 557.

W.

Wachs 624.
 Wachtl 358, 385, 427.
 Wahl 595, 598, 626, 627.
 Wahlgren 587, 626.
 Wahnschaffe-Schucht 576,
 621.
 Waite 181, 184, 186, 199,
 201.
 Waldeyer 4, 9.
 Walsh u. Riley 561.
 Walter 621.
 Watanabe, Kanji 227.
 Watzl 601, 621.
 Weber 227, 434, 573, 574,
 575, 576, 577, 613, 624.
 Webster 622.
 Weinlard, Das 434.
 Weise 231, 232, 334.
 Weiß u. Nielsen 281.
 Wellenstein 6, 434, 644.
 Werth 221, 573, 574, 575,
 578, 583, 589, 599, 615,
 620, 622.

Weyer 434.
 Whetzel 184, 187, 199, 201.
 Whetzel u. Stewart 201.
 Whitehead 572, 624.
 Wiedemann 278, 281, 334.
 Wielowiejski 66, 425.
 Wiesmann 434.
 Wilbrink 193, 206.
 Wilcox u. Smith, F. F. 193,
 206.
 Wildermuth 136.
 Wilke 615, 621, 624.
 Will 427.
 Wille 90, 194, 206, 227, 434.
 Williams 440.
 Willinsky 597, 626.
 Wiltshire 187, 199.
 Wimmer 392, 402, 427.
 Witschi 218.
 Wolcott 187, 199.
 Wolf, F. A. 199, 610.
 Wolff 145, 147, 223.
 Wolff u. Krauß 66, 148,
 402, 427.
 Woltereck 218.
 Worthington Smith 181.
 Wulff 434.

Z.

Zacher 227, 228, 434, 639.
 Zander 228.
 Zeller 193, 199, 206.
 Zenker 632.
 Zerny 326.
 Zhicharew 228.
 Zillig u. Herrschler 221.
 Zillig u. Niemeyer 434.
 Zimmermann 228, 619, 626.
 Ziopalko u. Rudnev 216.
 Zolk 434.
 Zoologischer Garten, Der
 228.
 Zschokke 619.
 Zürcher 626.
 Zweigelt 190, 206, 228, 434.
 Zweigelt u. Stumm 434.
 Zwölfer 228, 434, 635, 652.

Sachregister.

A.

abnormis L. 132.
 Acarina 318.
 Acanthocinus aedilis L. 271, 289, 290, 327, 329.
 aceris A. 44.
 Ackerschnecke 583, 624.
 Acronicta aceris L. 5, 13, 44, 49, 55, 58, 59, 60.
 adpersa E. 631.
 Agenia hircana 325.
 — variegata 325.
 Aglia tau L. 5, 41, 56, 58, 60.
 agrestis A. 583.
 Agriolimax agrestis L. 567, 583.
 Alfalfaschmetterling 629.
 amicus S. 96.
 Anacridium aegyptium 527.
 Anomalon biguttatum Grav. 145, 298.
 Anthaxia morio F. 288, 327.
 Aphodius inquinatus 650.
 Apis mellifica 635.
 Aporia crataegi L. 5, 24, 55, 58.
 Aradidae Dysodiidae 215.
 Arctia caja 645.
 Areginal 640.
 Argyresthia laevigatella 277.
 Aspigonus contractus Rtz. 309.
 Atanycolus denigrator L. 287, 310, 313, 327.
 Atanycolus genalis 288.
 — initiator Nees 288, 310, 313, 329, 332.
 — Neesi Marsh. 289, 310, 313, 327.
 — sculpturatus Thoms. 290, 310, 313, 327.
 — sp. 291.
 autographus D. 644.

B.

bajulus H. 637.
 Bassus irrigator 303.
 Bazillus agilis n. sp. 634.
 — thuringensis 632.
 Bembex 640.
 Blastophagus minor Htg. 148, 207, 214.
 — piniperda L. 148, 207, 214.
 Blastophaga psenes 183.
 Blattminenkunde Europas 218.
 Blitophaga opaca L. 572.

Blitophaga sp. 567, 572.
 — undata Müll. 572.
 Brachyderes incanus 646.
 brachylabris X. 302.
 Bracon denigrator 287.
 — flavator 287.
 Braconidae 287, 327, 329.
 Bracon initiator 288.
 — obliteratus 293.
 — sculpturatus 290.
 Bupalus piniarius L. 5, 50, 55, 137.

C.

Callidium abdominale 294, 327.
 — sanguineum L. 301.
 — variable L. 301.
 — violacium 298, 327, 329.
 Camponotus compressus thoracicus For. 83.
 Campoplegini G. sp. 307, 310, 329.
 Carphoborus Cholodkovskiy Spess. 645.
 castaneum T. 232.
 Cecidomyide spec. inc. 122, 132.
 Ceroplastes floridensis 80.
 chalcographus P. 335.
 Cheimantobia boreata Hb. 178.
 Chilocorus bipustulatus 133, 136.
 Chimabache fagella F. 178.
 — phryganella H. 180.
 Chlorops taeniopus Meig. 587.
 — pumilionis Bjerk. 587.
 Chlorospiza notata 648.
 Chortophila ciliocrura Rond. 536.
 Cicadula sexnotata 193.
 ciliocrura Ch. 536.
 Cimbex femorata 646.
 Clerus formicarius L. 323, 328, 329.
 Clitopyga sauberi Brauns 301, 310, 327.
 coarctata H. 598.
 Coeloides initiator 288.
 — Neesi 289.
 — sculpturatus 290.
 Coleophora laricella 277.
 Coleoptera 323, 328, 329.
 Colias lesbia F. 629.
 collaris X. 304.
 Cosmotriche potatoria L. 38.
 Crabro leukostoma 641.

Crabro cavifrons Thoms. 641.
 — quadricinctus Fabr. 641.
 crassicornis 1. 322.
 crataegi A. 24.
 Crematogaster inermis Mayr. 83.
 Criocephalus rusticus L. 290, 327.
 Criomorphus Mulls. 232.
 Cryptoblabes gnidiella 118.
 Cryptocentrum lineolatum 301.
 Cryptolaemus montrouzieri Muls. 83, 135.
 Crypturgus 208.
 Curinus zonatus Muls. 90.
 Cyphogeres 635.
 Cytilus sericeus 647.

D.

Dasychira pudibunda L. 5, 30, 56, 178.
 Daucus oleae 189.
 Deilephila euphorbiae L. 4, 29, 52, 168.
 Dendroctonus micans 357.
 Dendrolimus pini L. 5, 39, 56, 58.
 — sibiricus 208.
 denigrator A. 287.
 Dermestes lardarius 635
 destructor N. 640.
 Deuteraenia hircana F. 325, 330.
 Diabrotica duodecimpunctata 188.
 — vittata 188.
 Dicranura viciae L. 3, 5, 29, 56, 60.
 Diptera 323, 328, 329.
 — nematocera inc. 136.
 dispar B. 360.
 Dixippus morosus 168.
 Doryctes obliteratus Nees 293, 310, 313, 327.
 Dryocoetes autographus Rtz. 644.
 Dryocopus martius L. 323.
 dryographus B. 360.
 dux E. 333.

E.

Eccoptogaster scolytus 359.
 Einzelreferate 216.
 Ephialtes dux Tschek. 333.
 — mesocentrus Grav. 3:2, 333.
 — planifrons Thoms. 298, 310, 329, 333.
 — Rex. 332
 Epicauta adspersa Klug. 631.
 Euproctis crysorrhoea L. 211.
 Euryophthalmus convivus 187.

F.

fagella Ch. 178.
 Flit 640.
 Forficula auricularia L. 319, 328, 329.
 Formica rufa 648.
 fuscum T. 229.

G.

Gabrieli T. 229.
 Getreideblumenfliege 598, 626.
 Gibbium psylloides Czemp. 639.
 glabratus H. 644.

Glomerella cingulata 184.
 Gonopteryx rhamni L. 58.
 gregaria Sch. 435.
 Gen.? sp.? 328, 329.

H.

Hausbock 637.
 Helcon aequator 286, 294, 300, 310, 313, 327.
 Hemileuca maja Dr. 4.
 hircana D. 325.
 Hylastes glabratus Zett. 404.
 Hylemyia coarctata Fall. 567, 598.
 Hylesinus fraxini 357, 361, 404.
 — minor 360.
 — piniperda 361.
 Hylophila prasinana L. 178.
 Hylotrupes bajulus 637.
 Hylurgops glabratus Zell. 644.
 Hymenoptera 287, 325, 327.
 Hypera punctata 646.

I.

Icerya purchasi 60.
 Ichneumonidae 298, 327, 329.
 Ichneumon denigrator 287.
 — inpostor 287.
 — irrigator 303.
 — nigritarius Grav. 145.
 — persuasorius 299.
 Idia 536.
 initiator A. 288.
 Inocellia crassicornis Schummel 322, 329.
 Ips acuminatus 207, 274.
 — bidentatus 207.
 — cembrae 278, 322, 324.
 — laricis 207.
 — longicollis 207.
 — stenographus 404.
 — suturalis 207.
 — typographus L. 294, 327, 336, 359, 369, 386.
 irrigator X. 303.
 Isarthron Redt. 232.

J.

Jassus sexnotatus Fall. 567, 577.

K.

Kiefernspanner 137.
 Kleine Mitteilungen 628.
 Kornkäfer 158.

L.

Leptomastidea abnormis Girault. 132, 136.
 lesbia C. 629.
 Leucopsis sp. 136.
 lineata Ch. 588.
 Locusta migratoria L. 528.
 Longitarsus parvulus 184.
 Lophyrus pini 647, 651.

lucidus P. 309.
 lunata St. 536.
 Lygus pratensis 181, 191.
 Lymantria dispar L. 9.
 — monacha L. 5, 7, 35, 56, 59, 60.

M.

machaon P. 18.
 Macroplea appendiculata 650.
 Macrosiphum tabaci 191.
 Malachius bipustulatus 328, 329.
 Mamestra pisi 236.
 Melolontha hippocastani 564.
 — melolontha 564, 646.
 — pectoralis 564.
 — vulgaris 345, 651.
 mesocentrus E. 332.
 Micrococcus ephestiae n. sp. 634.
 Milben 328, 330.
 monachi L. 35.
 Monochamus confusus 300, 327.
 — scutellator 300, 327.
 monographus B. 360.
 montrouzieri C. 83.
 Musca corvina 648.
 Myelophilus piniperda 357, 404.
 Myzus persicae 191.

N.

napi P. 25, 58.
 Nematoden 318, 328, 330.
 Nematois metallicus Poda 3, 8, 9.
 Neotomicus suturalis Gyll. 215.
 Neue Literatur 221, 428.
 Neuroptera 320, 328, 329.
 Noctonecta glauca 649.
 Nymphopsocus destructor Enderl. 640.

O.

obliteratus D. 293.
 Ophioninae 307.
 Ophryocystis mesnili 634.
 Orthoptera 319, 328, 429.
 Oryctes nasicornis 240.
 Osmia rufa 635.

P.

Panolis piniperda Panz. 5, 47, 56, 58, 59, 60.
 Panorpa communis L. 213.
 Papilio machaon L. 5, 18.
 Paratrechina jägerskiöldi Mayr 83.
 Paradichlorbenzol 207.
 Paururus juvenens 300, 327.
 Pediculoides ventricosus 133, 136.
 Pemphredon carinatus Thoms. 641.
 — clypealis Thoms. 641.
 — lugubris Latr. 641.
 — montanus Dahlb. 641.
 Perithous medicator Fabr. 641.
 Perisia Kellneri 277.
 persuasoria Rh. 299.

Philosamia cynthia Dr. 4.
 Phyllodromia germanica 345.
 Phymatodes dimidiatus 301.
 — pussillus F. 289, 329.
 — testaceus 212.
 Phytophthora faberi 184.
 Pieris brassicae L. 3, 24, 58.
 Piesma quadrata 194.
 Pimpla persuasoria 299.
 Pimplinae 298.
 pinastri Sph. 26.
 pini D. 39.
 piniarius B. 50.
 piniperda P. 47.
 Pissodes notatus 294, 327.
 — piniphilus Hbst. 148.
 Pityogenes chalcographus L. 335.
 — Lipperti Hensch. 403.
 — trepanatus 358.
 Plagiolepis pallescens Sauts. 83.
 planifrons E. 298.
 Plinthophora schubergi 635.
 Plusia gamma L. 6.
 Poecilota rutilans L. 290, 327.
 — variolosa Payk. 289, 327.
 Pogenius hircanus 325.
 Pogonochaerus bidentatus 212.
 Polygraphus poligraphus 270.
 Polyphylla fullo 207.
 polyxena Th. 21.
 Pompilidae 325, 330.
 Pompilus hircanus 325.
 — variegatus 325.
 Potosia cuprea 240.
 Psammocharidae 325, 330.
 Pseudococcus citri Risso 67.
 — vitis 80.
 Psyche helix Sieb. 9.
 psyloides G. 639.
 Ptinus bidens Kiesw. 635.
 — fur 635, 640.
 — raptor Str. 635.
 — tectus Boield. 639.
 pudibunda D. 30.
 pumilionis Ch. 587.
 Pyracmon austriacus 309.
 — — lucidus 309.
 — lucidus Clément 309, 310, 313, 327.
 — xoridiformis Hlgr. 307, 310, 313, 329.
 — xoridoideus Strobl. 309, 310, 313, 329.

Q.

quadripunctata X. 645.

R.

Räuber-Bohrkäfer 635.
 rapae P. 24, 58.
 raptor Pt. 635.
 Retinia resinella 333.
 Rhagium inquisitor L. 288, 289, 327, 329.
 — mordax Deg. 288, 327.
 Rhaphidia angustata 320.

Rhaphidia crassicornis 322.

— *media* 320.

— *megacephala* 320.

— *notata* 3 0, 328.

— *ophiopsis* 320.

Rhaphidiidae 320, 329.

Rhopalopus clavipes 211.

— *macrobus* 211.

Rhyssa lineolata Kirby 301.

— *persuasoria* L. 299, 301, 310, 313, 327.

Robstoffe des Tierreiches, Die 218.

Rubenaaskäfer 572, 623.

S.

salicis St. 33.

Saperda populnea L. 288, 327, 564.

— *punctata* 299, 329.

— *scalaris* L. 301.

sanberi Cl. 301.

Schistocerca gregaria Forsk. 435.

— — *phasis flaviventris* Burm. 528, 529.

— — — *gregaria* Forsk. 528, 529.

Serropalpus 300, 327.

Sesia flaviventris 289.

— *vespiformis* 289, 290, 327.

sexnotatus J. 577.

Sinodenthron cylindricum 24.

Sirex cyaneus 301.

— *gigas* 300, 327.

— *spectrum* 301.

Smerinthus ocellatus L. 3.

— *populi* L. 29.

Sphinx pinastri L. 5, 26, 56.

Spondylis buprestoides 647.

Stephanoderes Hampei 652.

Stilpnotia salicis L. 5, 33, 56, 320.

Stomatorrhina lunata F. 536.

Streptococcen 328, 330.

Sylpha obscura 572.

Sylva 645.

Symphorobius amicus 89, 96, 135.

— *fallax* Nav. 96.

T.

taeniopus Ch. 587.

Tapherorhynchus villifrons Duf. 384.

tau A. 41.

tectus Pt. 639.

Tenthrediniden 213.

Tetramorium pinicum Em. 83.

Tetropium castanum 240, 289, 294, 298, 307, 327, 329.

— *fuscum* F. 229, 288, 327.

— *Gabrieli* Weise 229, 290, 291, 329.

— *Kirby* 232.

Thais polyxena Schiff. 5, 21, 56.

Thelohania ephestiae 632.

Tomicus sexdentatus Börn. 401.

Tortrix buoliana 320.

— *viridana* 215, 645.

Trypophloeus alni Lind. 398.

V.

Vanessa urticae L. 2, 4, 9.

vinula D. 29.

Vipio denigrator 287.

— *sculpturatus* 290.

W.

Weizenhalmfliege 587, 625.

X.

Xeris spectrum 300, 327.

Xorides collaris Grav. 304, 310, 313, 327, 329.

xordiformis P. 307.

xoridoideus P. 309.

Xyleborus pyri 189.

Xylodrepa quadripunctata L. 645.

Xylonomus ater 307.

— *brachylabris* 297, 302, 310, 313, 327, 329.

— *irigator* F. 303, 305, 310, 313, 327.

— *sp.* 301, 310, 313, 329.

Z.

Zwergzikade 577, 624.